Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Souhrnná výzkumná zpráva

Typ výsledku: **V_{souhrn}**

Číslo výzkumného úkolu: **11-S4-2021-VUBP**

Název výzkumného úkolu v ČJ: **Virtuální realita v BOZP**

Název výzkumného úkolu v AJ: **Virtual reality in OSH**

Hlavní řešitel: **Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.**

VÚBP je otevřené multidisciplinární pracoviště, které spolupracuje s ostatními výzkumnými a odbornými organizacemi, vysokými školami i individuálními odborníky v širokém spektru svých aktivit, a to jak na domácí, tak i na mezinárodní úrovni. Zřizovatelem je MPSV. Ve své činnosti se věnuje vědě a výzkumu, vzdělávání, zkoušení osobních ochranných prostředků, poradenství a osvětě v oblasti prevence pracovních rizik a bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP). VÚBP hraje také nezastupitelnou úlohu v prevenci závažných havárií.

Spoluřešitel: XR Institute s.r.o. (v r. 2023)

XR Institute s.r.o. (Extended Reality Institute) se od roku 2019 orientuje na aplikovaný výzkum, průmyslový výzkum a experimentální vývoj v nejnovějších technologických oblastech.

Hlavní zaměření je na oblasti virtuální a rozšířené reality a ergonomie. Svojí činností pokrývá zejména sektor průmyslové výroby, nicméně dále působí v oblastech logistiky, administrativy, zdravotnictví, školství a bezpečnostních složek.

© 2023

Tento výsledek byl finančně podpořen z institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace na léta 2023–2027 a je součástí výzkumného úkolu **11-S4-2021-VUBP Virtuální realita v BOZP**, řešeného Výzkumným ústavem bezpečnosti práce, v. v. i., ve spolupráci s XR Institute s.r.o. a VR Training s.r.o., v letech 2021–2023.

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Autoři: Ing. Anna Cidlinová, Ph.D., MBA; Ing. Marek Bárdy, Ph.D.; Ing. Marek Bureš, Ph.D.; Ing. Kateřina Jurčová; Ing. Martin Röhrich; Ing. Patrik Dufek

Řešitelský tým:

jméno, příjmení	krátké představení včetně jejich působení v instituci (afiliace)
Ing. Anna Cidlinová, Ph.D., MBA	Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., projektový manažer a výzkumný pracovník se zaměřením na digitalizaci a virtuální realitu v BOZP.
Mgr. Kateřina Bátrlová	Výzkumného ústavu bezpečnosti práce v. v. i. – výzkumný pracovník zabývající se problematikou psychosociálních rizik při práci a nanobezpečností.
Ing. Kateřina Jurčová	Výzkumného ústavu bezpečnosti práce v. v. i. – výzkumný pracovník se zaměřením na digitalizaci v BOZP a oblast prevence rizik.
Mgr. Veronika Měrková, MBA	Výzkumného ústavu bezpečnosti práce v. v. i. – výzkumný pracovník a informační specialistka. Vedle výzkumné činnosti se podílí na vývoji a správě informačních a znalostních webů, digitálního archivu BOZP SAFE a Encyklopedie BOZP. Spravuje veškeré sociální sítě instituce, YouTube a podcastové platformy. Dále se věnuje tvorbě digitální grafiky a databází.
Mgr. Jiřina Ulmanová, DiS.	Výzkumného ústavu bezpečnosti práce v. v. i. – výzkumný pracovník a informační specialistka. Vedle výzkumné činnosti se podílí se na provozu odborné knihovny, tvorbě obsahu informačních a znalostních systémů, Encyklopedie BOZP a zajišťuje vydávání odborného recenzovaného časopisu JOSRA.
Jakub Růžička	Výzkumného ústavu bezpečnosti práce v. v. i. – webmaster, má na starosti webové prezentace instituce, spravuje webové stránky projektů a je hlavním správcem oborového portálu BOZPinfo.
Ing. Martin Röhrich	Výzkumného ústavu bezpečnosti práce v. v. i. – výzkumný pracovník. Vedle výzkumné činnosti, podílí se na realizaci a zajištění projektů. Specialista v oblasti Bezpečnosti a ochrany zdraví, ergonomie, biologické zpětné vazby, zvládání stresu a vysoké zátěže a digitálních technologií v oblasti měření a analýzy pohybu, pohybové zátěže, ergonomických rizik a biologických signálu. Věnuje se oblasti výuky, vzdělávání, školení a tvorbě výukových a prezentačních

	materiálů.
Bc. Miloš Eichler	Externí spolupráce s VÚBP a MPSV, v rámci projektu Virtuální realita v BOZP – návrh a zpracování scénáře pro PILOT VR1 – OOPP proti COVID-19 pro FN Plzeň a Pilot VR2 – ochrana proti poranění injekčními jehlami při poskytování sociálních služeb.
Ing. Marek Bárdy, Ph.D.	Absolvent Západočeské univerzity v Plzni, kde získal titul Ph.D. v oboru průmyslové inženýrství. Již při studiu začal s podnikáním a založením společnosti XR Institute s.r.o. (původně CIE consulting s.r.o.). Původně poradenská společnost se pod jeho vedením transformovala na vědeckovýzkumnou organizaci. Ve své specializaci se věnuje zejména novým a progresivním technologiím, jako je virtuální realita.
Ing. Marek Bureš, Ph.D.	Absolvent Západočeské univerzity v Plzni, kde získal titul Ph.D. v oboru průmyslové inženýrství. Od roku 2008 zde pracoval jako odborný asistent a výzkumný pracovník. Čtyři roky byl také vedoucím laboratoře technologického plánování výroby na Regionálním technologickém institutu. Od počátku roku 2022 Marek Bureš působí ve vědeckovýzkumné organizaci XR Institute na pozici výkonného ředitele. Jeho specializací je ergonomie a využití virtuální reality.
Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA	Absolventem Univerzity Karlovy v Praze a Západočeské univerzity v Plzni. Svojí specializací pokrývá řadu oborů, kterým se v rámci studia nebo svého profesního působení věnuje. Jedná se o oblast veřejné správy a regionálního rozvoje, psychologie a zdravotnických studií. Díky své specializaci působí v XR Institute s.r.o. na pozici specialisty pro didaktiku VR aplikací.
Ing. Patrik Dufek	Absolvent Západočeské univerzity v Plzni, kde získal titul Ing. V oboru projektového a procesního řízení. Svojí specializací se zaměřuje na programování a vývoj VR aplikací pro různé sektory. V XR Institute s.r.o. začínal jako junior programátor a nyní působí na pozici jednoho vedoucích vývojového týmu.
Ing. Miroslav Bednář	Absolvent Západočeské univerzity v Plzni, kde získal titul Ing. V oboru průmyslové inženýrství. Na této univerzitě dále pokračuje v doktorském studiu. Jeho specializací je 3D modelování a optimalizace modelů. V XR Institute s.r.o. působí na pozici vedoucího týmu pro tvorbu 3D modelů a jejich animace.
Lukáš Hásek	Student bakalářského studia na Západočeské univerzitě v Plzni. V XR Institute s.r.o. působí na pozici junior programátor. Jeho specializací je vývoj VR aplikací

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Anotace: Hlavním cílem celého projektu je zefektivnit vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v oblasti BOZP pomocí systému školení BOZP a prostřednictvím virtuální reality. Byla vytvořena řada software pro vzdělávání zaměstnanců v BOZP, zejména v konkrétních oblastech zdravotnictví a dílčím způsobem též v oblasti sociálních služeb. Zvýšení dostupnosti školení má přímou souvislost se zvýšením bezpečnosti těchto pracovníků (pro 0,41 miliónu pracujících ve zdravotnictví).

Konkrétně se jedná o vzdělávací software, který formou věrohodně zpracovaných situací/postupů z prostředí zdravotnických zařízení zajistí osvojení znalostí a dovedností v oblasti BOZP, díky kterému bude dosaženo zvýšení znalostí a dovedností v dané problematice a s tím spojené snížení počtu pracovních úrazů a dalších negativních dopadů souvisejících s nedostatečnými zkušenostmi a znalostmi.

Dalším cílem výzkumného úkolu bylo provedení analytického zpracování a hodnocení účinnosti školení. Ze světových studií je zřejmé, že virtuální realita vykazuje kvalitní výsledky z pohledu zapamatování obsahu školení, ale také z pohledu možné autonomie řešení. Zvolená odvětví vyžadují zvládnutí obou těchto požadavků. Hodnocení účinnosti sleduje parametry jako: schopnost zapamatování obsahu ve vztahu k snížení pracovních úrazů, zvýšení efektivity zdravotnického personálu způsobené možnou autonomií řešení, konkrétně pak stupeň vytížení zkušeného personálu, který za běžných podmínek školení musí zaškolovat měně zkušené nebo nově příchozí kolegy.

Klíčová slova: virtuální realita, BOZP, vzdělávání, školení, digitalizace

Annotation: The main goal of the entire project is to streamline the education of healthcare workers in the field of OSH using the OSH training system and through virtual reality. A series of software was created for training employees in health and safety, especially in specific areas of healthcare and partially also in the area of social services. Increasing the availability of training is directly related to increasing the safety of these workers (for 0.41 million healthcare workers).

Specifically, it is educational software that, in the form of credibly processed situations/procedures from the environment of healthcare facilities, will ensure the acquisition of knowledge about skills in the field of health and safety, thanks to which an increase in knowledge and skills in the given issue will be achieved and the associated reduction in the number of occupational accidents and other negative impacts related with insufficient experience and knowledge.

Another goal of the research task was to carry out analytical processing and evaluation of training effectiveness. It is clear from world studies that virtual reality shows quality results from the point of view of memorizing the training content, but also from the point of view of the possible autonomy of the solution. The chosen industries require mastery of both of these requirements. The evaluation of effectiveness monitors parameters such as: the ability to remember the content in relation to the reduction of occupational accidents, the increase in the efficiency of the medical staff caused by the possible autonomy of the solution, specifically the degree of workload of experienced staff who, under normal training conditions, have to train less experienced or newly arrived colleagues.

Keywords: virtual reality, OSH, education, training, digitalization

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Obsah

1 Předmět a cíle výzkumného úkolu 7
1.1 Předmět 7
1.2 Hlavní cíle 8
1.3 Dílčí cíle 8
2 Popis realizace výzkumného úkolu 9
2.1 Metodologie 9
2.2 Průběh řešení 14
2.3 Harmonogram předkládaného projektu 15
2.4 Popis výzkumného souboru 17
3 Plánované a realizované výsledky 17
3.1 Plánované výsledky 17
3.2 Realizované výsledky 18
3.2.1 Hlavní výsledky – školící aplikace 18
3.2.2 Další výsledky v jednotlivých letech 21
3.3 Podrobné představení výsledků 23
4 Shrnutí výsledků 35
5 Závěry a doporučení 37
6 Naplnění cílů výzkumného úkolu 39
7 Seznam příloh 40
8 Příloha č. 1: Rešeršní přehled – Virtuální realita a BOZP 41
8.1 Zdroje dostupné ve VÚBP, v. v. i. 41
8.2 Dokumenty volně dostupné na Internetu – české 51
8.3 Dokumenty volně dostupné na Internetu – zahraniční 64
8.4 Dokumenty bez přístupu k plnému textu 76
8.5 Databáze EBSCO 90
9 Příloha č. 2 Analýza současného stavu 98
9.1 Principy VR, AR a MR 98
9.2 Porovnání základních specifik online a VR školení 99
9.3 Příklady praktických použití VR, AR a MR v různých oborech lidské činnosti. 100

9.4 Školení/ vzdělávání ve virtuální realitě v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví ... 106
9.5 Možné problémy s použitím VR a ergonomií ... 107
9.6 Na co si dát pozor při používání a tvorbě aplikací VR, AR a MR ... 107
9.7 VR Sickness – zdravotní obtíže související s používáním VR technologií ... 110
10 Příloha č. 3 Technické řešení a návrh aplikace ... 114
10.1 Výběr programovacího softwaru ... 115
10.2 Software rozhraní ... 118
10.3 Hardware rozhraní ... 119
10.4 Návod k používání headsetu ... 119
10.5 Tvorba aplikace ... 120
10.5.1 Designe aplikace ... 121
10.5.2 Vizuální a sluchové specifikace ... 121
10.5.3 Programování ... 121
10.5.4 Oprava chyb v programování ... 122
11 Příloha č. 4 Šetření účinnosti využití virtuální reality pro školení zaměstnanců ... 122
12 Příloha č. 5: Manažerské shrnutí – BOZP ve virtuální realitě ... 136
13 Příloha č. 6: Příklad scénáře ve VR ... 139

1 Předmět a cíle výzkumného úkolu

1.1 Předmět

Na základě dlouhodobé zkušenosti je zřejmé, že aktuální způsoby prevence pracovních úrazů nejsou dostatečně účinné. Zároveň současné nástroje prevence pracovních úrazů vykazují nízkou efektivitu. Aktuálně nejúčinnějším nástrojem pro prevenci pracovních úrazů je hodnocení a řízení rizik při práci. Cílem projektu je na základě definovaných hlavních rizik při práci, které způsobují nejvíce pracovních úrazů, vizualizovat/digitalizovat tyto rizika tak, tak aby mohly být preventivně předány na pracovníky formou prožitku v bezpečných podmínkách, tzn. prostřednictvím virtuální reality. Projekt ukazuje, že tento způsob je nejen inovativní a přináší zájem o BOZP, ale je též jedním z nejúčinnějších nástrojů v rámci předcházení pracovních úrazů a nemocí z povolání. Projekt si klade za cíl i koncepční posun ve smyslu opatření k minimalizování dopadů pracovní úrazovosti na trh práce a inovativní řízení rizik při práci.

Aktuální výsledky úrazovosti při práci v ČR nejsou uspokojivé. Na základě jednoznačné definovaných nejčastějších příčin vzniku pracovních úrazů byly vytvořeny scénáře, které byly převedeny do realizovaného souboru VR modulů, které účinně působí jako preventivní nástroj. Vzdělávání pomocí virtuální reality (dále VR) vykazuje prokazatelné výsledky v oblastech tréninku rizikových situací a situací s vysokou četností opakování. V těchto případech VR vykazuje až 4x rychlejší předání informací s dlouhodobým zapamatováním oproti aktuálně nejběžnější formě vzdělávání (frontální výuka) a navíc bez nutné přítomnosti odborného školitele. Princip předávání informací pomocí VR je založen na zprostředkování prožitku, který běžnou informaci transformuje na znalost, či dovednost, která je využitelná v běžných pracovních podmínkách.

Hlavním důvodem pro vytvoření systému školení BOZP ve virtuální realitě byla především bezpečnost, a to jak zaměstnanců, zaměstnavatelů, majetku tak i enviromentální. Ve virtuálním prostředí si lze vyzkoušet bezpečně situaci, která může být pro člověka velmi nebezpečná a naučit se ji předcházet může být pro život jedinců velmi důležitým faktorem. Díky virtuální realitě se na situaci nemusí člověk připravovat v reálném prostoru s reálnými rekvizitami, což není environmentálně šetrné a je to velmi finančně náročné. Aplikace ve VR přináší nejen bezpečnější prostředí pro samotného jedince, jelikož se při trénování na onu situaci sám nevystavuje zprostředkovanému nebezpečí, ale nevystavuje jej ani prostředí či dalším lidem, které jsou v jeho blízkosti. Aplikaci si může účastník přehrát několikrát a cvičení opakovat, dokud si sám nebude jist, že ví, jak se v krizové situaci zachovat. Uživatel nemusí mít ani obavy ze špatně zvoleného postupu, který by ho v reálném světě stál život.

Jak již bylo naznačeno, aplikace cílí na vytvoření prostředí, které má za cíl připravit danou osobu na krizovou událost. Prostředí virtuální reality umožňuje nejen graficky upravit a znázornit realistickou situaci, nýbrž vybraný headset Oculus Quest 2 dovoluje přidat doprovodné zvuky, které umocní prožít krizovou zkušenost více reálně. Oculus Quest 2 je také vybaven kamerami, díky kterým lze zapojit funkci hand-tracking umožňující uživateli

používat v aplikaci dotyk rukou bez ovladačů. Aplikace jde tak maximálně upravit, což napomáhá ke zkvalitnění celého procesu a jedinec si z ní může odnést co nejvíce. Jak výzkumy ukazují, simulací reálné zkušenosti se člověk nejlépe učí a nejvíce pamatuje. Účastnici si tak mohou lépe zapamatovat správné postupy a reakce, které jsou vytvořeny ve VR prostředí. V neposlední řadě žijeme v moderním světě a již samotná zkušenost s touto technologií může být pro jedince velkou motivací proč se aktivně zapojovat a účastnit se povinných školení BOZP.

1.2 Hlavní cíle

Hlavním cílem celého projektu bylo pomocí systému školení BOZP prostřednictvím virtuální reality zefektivnit vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v oblasti BOZP. Bude vytvořena řada software pro vzdělávání zaměstnanců v BOZP, zejména v konkrétních oblastech zdravotnictví a dílčím způsobem též v oblasti sociálních služeb. Zvýšení dostupnosti školení má přímou souvislost se zvýšením bezpečnosti těchto pracovníků (pro 0,41mil pracujících ve zdravotnictví).

Konkrétně se jedná o vzdělávací software, který formou věrohodně zpracovaných situací/postupů z prostředí zdravotnických zařízení zajistí osvojení znalostí a dovedností v oblasti BOZP, díky kterému bude dosaženo zvýšení znalostí a dovedností v dané problematice a s tím spojené snížení počtu pracovních úrazů a dalších negativních dopadů související s nedostatečnými zkušenostmi a znalostmi.

1.3 Dílčí cíle

Dílčím cílem výzkumného úkolu bylo provedení analytického zpracování a hodnocení účinnosti školení. Ze světových studií je zřejmé, že virtuální realita vykazuje kvalitní výsledky z pohledu zapamatování obsahu školení, ale také z pohledu možné autonomie řešení. Zvolené odvětví vyžaduje zvládnutí obou těchto požadavků. Hodnocení účinnosti sledovalo parametry jako: Schopnost zapamatování obsahu ve vztahu k snížení pracovních úrazů, dále pak zvýšení efektivity zdravotnického personálu, způsobené možnou autonomii řešení, konkrétně pak, stupeň vytížení zkušeného personálu, který za běžných podmínek školení musí zaškolovat méně zkušené, nebo nově příchozí kolegy.

Dalším neméně podstatným cílem tohoto projektu byla diseminace výsledků – systému školení BOZP prostřednictvím aplikací ve virtuální realitě a osvěta v této oblasti s akcentem na prevenci rizik a nemocí s povolání díky moderním nástrojům v BOZP.

2 Popis realizace výzkumného úkolu

2.1 Metodologie

Data vycházely z vlastního výzkumu, který se uskutečnil v průběhu řešení projektu a taktéž z projektů a činností VUBP, které mají souvislost s danou problematikou (z aktualizovaných rešerší, analýz apod.), z národních statistických dat v dané problematice a dále ze spolupráce s odborníky v dané oblasti.

Klíčové v rámci tohoto projektu bylo stanovit segment (zdravotnictví a dílčím způsobem i sociální služby), při kterých dochází k nejčastějším pracovním úrazům, zároveň mají největší dopad na pracovní neschopnost, zdraví vs invaliditu zaměstnanců vs smrt zaměstnanců v důsledku pracovního úrazu apod. a následně stanovit, na které činnosti v rámci školení a prevence pracovní úrazovosti byly aplikace ve virtuální realitě zaměřeny. Dále také bylo třeba zhodnotit, jakým směrem cílit publicitu a osvětu k dané problematice a v jakých podnicích/institucích provést analýzu efektivnosti.

Projekt byl zaměřen na segment zdravotnictví. Tzn. na pracovníky ve zdravotnických zařízeních – nemocnicích, klinikách a ostatních zdravotnických pracovištích a dílčím způsobem i na zařízení sociálních služeb. Projekt se datuje do doby pandemie covid-19, kdy zdravotnický personál byl extrémně vytížen a postihl tak extrémní zátěž tohoto segmentu vlivem pandemie a s tím spojené intenzivní zaškolování v BOZP. Segment byl vybrán také proto, že v něm pracuje více než 400tis. zaměstnanců a je jedním z odvětví, kde jsou četné nemoci z povolání a pracovní úrazy.

<u>Metodologie tvorby aplikací pro školení BOZP:</u>

Primárním cílem projektu bylo vytvoření školícího systému. Pro vyšší efektivitu a využitelnost řešení jsme se rozhodli využít řešení možnosti jak samotné VR, tak 2D aplikace. Scénáře pro trénink i ověření znalostí se zaměřují na řešení mimořádných situací s tématem BOZP. Scénáře představují samostatnou velmi důležitou úlohu a pro jejich nastavení jsme zvolili samostatnou metodiku jejich tvorby:

- Posouzení školení ve smyslu realizace pomocí VR a 2D aplikace
- Analýza klíčových znalostí v rámci školení
- Návrh základních scénářů
- Tvorba aplikace
- Testování
- Implementace v reálném prostředí

V rámci projektu jsme se snažili implementovat moderní trendy a digitalizaci do školení a vzdělávání. Cílem našeho zájmu byla správná praxe. Pomocí praktické simulace uživatel získá plnohodnotné návyky v rámci daných situací. Při jejím vývoji jsou definovány požadavky na intuitivní ovládání, eliminaci rizik, časovou úsporu a jednoduchou aplikovatelnost v praxi.

Typy realizace

- VR ve 2D – jedná se o prezentaci referenčního tréninku „klasickou“ formou, tj. s využitím běžných uživatelských HW prostředků. Toto řešení je výhodné zejména díky tomu, že je každému uživateli snadno přístupné. Výstup bude k dispozici v rámci standardní desktopové aplikace, na mobilním telefonu i tabletu. Samozřejmě zde narážíme na jistá omezení vyplývající jen z částečné imerze a prezence uživatele v rámci tohoto prostředí.
- Mobilní VR (Oculus Quest) – jedná se o ideální kompromis mezi mobilitou a realističností. V tomto případě se již jedná o „plné VR“ řešení a pak již není potřeba žádný další HW. Toto zařízení funguje samo a sobě.

Vývoj 2D a VR aplikací pro koncové uživatele

V rámci vývoje těchto modulů probíhalo i odladění jak obsahu, tak formy VR a 2D aplikací. K vývoji bylo využito vývojové prostředí Unity3D a programovací jazyk C#. V současnosti se jedná o nejrozšířenější vývojové prostředí pro tvorbu softwarů a aplikací ve virtuální realitě. S ohledem na hardwarovou platformu jsou aplikace optimalizovány pro all-in-one zařízení Oculus Quest 2, což je ideální bezdrátové řešení v této době z hlediska funkčnosti i cenové dostupnosti. Přeprogramování na jinou platformu by případně však také bylo možné a není moc komplikované. V rámci VR aplikací je kromě hlasového ovládání využíváno i tzv. handtracking, tedy ovládání gesty.

VR ve 2D

Byly také vytvořeny 3D animace pro zobrazovací zařízení (tablet, monitor, projektor), které slouží pro jednoduché a jednoznačné znázornění správného i špatného postupu vybraného scénáře. Mezi vlastnosti jednotlivých výsledných interaktivních aplikací patří:

- Intuitivní ovládání
- eliminace rizik
- časová úspora
- jednoznačný standard

Mezi jednotlivé funkce výsledných aplikací patří:

- Počítačem vytvořená modelová situace zobrazující se ve virtuálním prostředí
- Animace funkcionalit promítající se na zobrazovacím zařízení (tablet, monitor, projektor)
- Vybrané prvky vykonávají předem nadefinované pohyby
- Možnost přepínání mezi jednotlivými kroky animace
- Možnost větvení scénáře pomocí speciálních tlačítek na dotykové ovládání

- Možnost zobrazení dodatečných informací jednotlivých kroků na postranních panelech (textový popis doplněn obrázky)

Mobilní VR

Interaktivní obsah ve VR kombinuje různé interaktivní prvky s cílem co nejvíce přiblížit počítačem vytvořené prostředí reálné skutečnosti tak, jak jej zachycují naše smysly. V tomto 3D prostředí se uživatel může pohybovat prostřednictvím speciálních brýlí, promítají stereoskopický obraz umožňující 3D zážitek. Zároveň je VR doplněna o senzory, které sledují pozici a polohu hlavy (podle které korigují obraz v brýlích). Abychom mohli interaktivně 3D svět ovládat, jsou tyto brýle doplněny o senzory do rukou. Předpokladem je maximalizace mobility, jednoduchosti využívání a přístupnosti pro uživatele. Základní struktura prací spojených s tímto projektem proběhne na základě dále uvedeného postupu (v odborné náplni projektu) a navrženého harmonogramu (viz další kapitoly).

Cílem bylo vytvořit aplikace, které na jednu stranu budou snadno dostupné běžnému uživateli a současně na druhou stranu předpokládáme využívání těchto aplikací ve školicích střediscích. Snaha je vyvinout aplikace pro školicí střediska maximálně sofistikované s respektováním všech omezujících podmínek daných scénářů. Na druhou stranu je však výhodné zpřístupnit výslednou aplikaci i běžnému uživateli.

Byly vytvořeny aplikace pro All in One VR brýle, které slouží k tréninku povinných školení a lepšímu pochopení dané problematiky uživatelem. Mezi jednotlivé funkce výsledných aplikací patří:

- Obklopující realistické prostředí
- Přímá interakce člověka a virtuálního prostředí
- Možnost fyzického pohybu/teleportace v připravené scéně
- Interakce s jednotlivými částmi modelové scény
- Větvení scénáře na základě chování uživatele
- Možnost zobrazení dodatečných informací

Brýle pro virtuální realitu

U varianty mobilní VR je potřeba zařízení pro zprostředkování virtuální reality. Nejlepší All-In-One možností jsou Oculus Quest, které umožňují plnou interakci mezi člověkem a virtuální realitou.

Obrázek 1 – Oculus Quest 2

Vytvoření 2D aplikací

Jedná se o aplikace, které je možné využít pro distanční vzdělávání. Jedná se o interaktivní a inovativní formu, která dokáže zařídit větší efektivitu e-learningu. Jejich výhodou jsou nízké nároky na hardware, široká dostupnost a interaktivní pojetí. Tyto aplikace vznikají primárně pro Windows zařízení, ale je možnost jejich využití rozšířit o Android technologie nebo webové rozhraní. Design této aplikace je navržen tak, že v levé části je informativní lišta, ve které jsou napsané veškeré úkoly, které je potřeba provést. Tyto úkoly jsou seřazené dle jejich správné posloupnosti. Pravý horní roh jsou ovládací tlačítka, která dokážou školení ukončit nebo spustit znovu. Pro vývoj je využitý 3D pohled, ve kterém uživatel vykonává veškeré akce. Veškeré důležité informace se musejí potvrdit a mají nastavený časový interval, po který budou zobrazeny, a nelze se jim vyhnout. Tento prvek by měl zajistit dostatečnou soustředěnost na tyto textové prvky. Veškeré interaktivní, animační a estetické prvky byly vytvářeny pomocí programu Unity 3D. Jako programovací jazyk byl využit C#, který je s programem Unity kompatibilní. Pro tvorbu textur a designu 2D aplikace byly využity grafické programy jako např. Adobe Photoshop.

Handtracking – haptické ovládání

S ohledem na technologické novinky je ve všech aplikacích využito haptického ovládání. Jedná se o ovládání gesty, tedy bez klasických ovladačů, které jsou součástí brýlí na VR. Ovládání gesty zvyšuje uživatelskou přívětivost aplikací VR až několikanásobně, čímž zpřístupňuje tuto technologii i méně technicky zdatným uživatelům. Není totiž potřeba zdlouhavě vysvětlovat, které tlačítko ovladače má jakou funkci. Ovládání je pak velmi intuitivní a připomíná chování v reálném životě. Objekty se pak uchopují stejným stylem jako v reálu a stejně tak funguje i mačkání tlačítek nebo pák.

Integrace hlasového interface do VR aplikací

Všechny VR aplikace vytvořené v předcházející fázi budou muset být integrovány nejen do jednoho uživatelského prostředí, ale zároveň i propojeny na interface hlasového ovládání. Tato fáze znamenala relativně velkou časovou náročnost i dílčí technické komplikace. Zde bylo nutné řadu věcí odladit a vyvinuté hlasové ovládání přizpůsobovat. Budeme zde také učit hlasový algoritmus na rozpoznávání širšího spektra hlasových intonací. Po VR stránce

bylo zapotřebí vyvinout i tzv. „State Machine“, která bude zajišťovat funkcionalitu jednotlivých příkazů přijatých z hlasového ovládání. Pro vytvoření takové „State Machine“ bylo zapotřebí dodefinovat jednotlivé intendy (hlášky/specifické podněty), které má aplikace provádět. Poté bylo nutné dodefinovat jednotlivé stavy, které mohou při daném intendu nastat. Typicky se jedná o stav potvrzování, kdy „State Machine“ musí rozhodnout, v jakém stavu se nachází a následně rozhodnout jaký intend vyvolá. „State Machine“ tedy určuje, co jaký intend bude vyvolávat za akci. Ve VR aplikacích se jedná především o přímé vypnutí aplikace, vyvolání nápovědy nebo navrácení na určené místo. Tyto typy příkazů se dále větví na:

- Potvrzovací – potvrzení pomocí příkazu ANO/NE a následné provedení potřebné akce
- Nepotvrzovací – automaticky vyvolají potřebnou akci – zobrazení nápovědy

Edukativní vs ověřovací aplikace

Školící aplikace

Školící aplikace jsou nastaveny tak, aby byl uživatel kompletně proveden aplikací zejména pomocí audiovizuálních prvků. Pro vyšší efektivitu tréninku je aplikace obohacena o virtuálního avatara, který danou problematiku napomáhá vysvětlit a upozorňuje na rizikové části v procesu. Aplikace napomáhá k rychlejšímu a efektivnějšímu zaškolení pracovníků. Současně redukuje čas dohlížejícího personálu, což vede k redukci celkových nákladů. Další nespornou výhodou je i trénink těžko simulovatelného scénáře.

Testovací aplikace

Testovací aplikace je postavena na principu otestování nabytých znalostí ze školící části. Tomuto cíli je také testovací aplikace přizpůsobena. Je zapotřebí úprava veškerých audiovizuálních prvků, aby byl uživatel soustředěný pouze na provedení správného postupu v procesu. V této části aplikace je zapotřebí, aby veškeré rozhodovací prvky byly soustředěny přímo na uživatele, je tedy zapotřebí v jednotlivých krocích procesu předefinování fungování virtuálního avatara. Další důležitou částí této aplikace je nastavení nejdůležitějších kroků procesu, na které je aplikace zaměřena. Tyto kroky jsou důležité pro celkové absolvování školení, a proto po časovém nebo chybném splnění těchto kroků je nutné uživatele navrátit zpět do školící aplikace a celý proces rekapitulovat.

Obecný postup řešení

- Analýzy funkčních požadavků zadavatelů
    - požadavky na funkčnost,
    - prověření splnitelnosti požadavků.
- Zpracování varianty Mobilní VR
    - příprava virtuální scény,
    - zpracování funkcionality posloupnosti jednotlivých kroků,

- tvorba požadovaných interakcí,
- nastavení chybového hlášení,
- nastavení časového limitu pro kroky v posloupnosti,
- odladění audio-vizuálních prvků,
- generování identifikačních klíčů uživatele.

- Průběžná prezentace – schválení struktury a podrobnosti Mobilní VR
- Finální proškolení

2.2 Průběh řešení

Metodologický design projektu:

Fáze 1:

V první fázi projektu proběhlo zpracování aktuálních vědeckých poznatků v dané oblasti formou rešerše, na jejímž základě a ve spolupráci širšího řešitelského týmu (včetně spolupráce s externími odborníky, kteří se podíleli na implementaci). Byla zhodnocena také úrazovost v dané oblasti.

Fáze 2:

V následné fázi proběhlo vyhodnocení a analýza získaných údajů ze šetření a vybrány konkrétní scénáře pro školení ve VR a 2D.

Fáze 3:

V této fázi projektu proběhlo vyhotovení scénářů ve VR a 2D.

Fáze 4:

Tato fáze zahrnovala vyhodnocení školení BOZP prostřednictvím aplikací ve VR a 2D

Fáze 5:

Závěrečná fáze celého projektu zahrnovala přípravu a realizaci odborné souhrnné zprávy.

V průběhu celého projektu také probíhala příprava a realizace osvětových materiálů, WS, odborných článků apod.

V průběhu celého projektu také probíhaly pravidelné pracovní schůzky řešitelského týmu a kontrolní dny. Byla navázána úzká spolupráce s odborným konzultantem z MPSV – Oddělení inspekce práce a bezpečnosti práce.

2.3 Harmonogram předkládaného projektu

Celkový projekt probíhal tři roky od **1. 1. 2021 do 31. 12. 2023** a byl realizován **v pěti fázích**. Dále však byl projekt rozdělen do několika dílčích tematických částí, ve kterých byla řešena analýza, vývoj aplikací virtuální reality a 2D aplikací, testování a finalizace, ale také osvěta a diseminace. Jednotlivé projektové části pak obsahují dílčí fáze a úkoly, jejichž návaznost je uvedena v následujícím textu.

Analýza současného stavu a příprava metodiky

Termín: 1/2021–3/2023

Aktuální stav poznání v dané problematice byl prozkoumán před podáním projektové žádosti, ale i přesto byly na počátku projektu provedeny revize této rešerše za účelem získání aktuálních poznatků. Byly využity zejména elektronické databáze Scopus, WoS a PubMed. Na základě této detailní rešerše byly specifikovány požadavky na následně vyvíjené VR aplikace, handtracking a možnosti přidání druhého uživatele do aplikace ve VR. Dále byl v této fázi specifikován metodický postup pro školení BOZP, tak aby umožnil vhodné zacílení následné aplikace ve VR za účelem edukace efektivního postupu pro implementaci v reálném provozu. Klíčovým bodem při potenciální implementaci bylo definování relevantních problémových oblastí, na které je zaměřeno samotné školení. Vytvoření standardní metodiky pro identifikaci problematických oblastí v rámci vykonávaných školení umožnilo rychlé stanovení systému modulů a jednotlivých aplikací ve VR. Návrh metodiky je tedy důležitý pro zajištění co největšího přínosu školení BOZP.

<u>Dílčí práce a výstupy:</u> Aktualizace literární rešerše, návrh metodiky pro školení požární ochrany v podniku, návrh struktury a scénářů pro VR aplikace.

Vývoj aplikací pro školení BOZP

Termín: 7/2021–12/2023 (kontinuálně, dle vyhlášených VZMR)*

Vývoj jednotlivých aplikací školení BOZP bylo kontinuální aktivitou, která byla rozdělena do dílčích částí. Všechny tyto části mají společný cíl, kterým je naprogramování konkrétních scénářů a aplikací. V rámci vývoje těchto modulů docházelo k intenzivní komunikaci s odborníky na BOZP, kteří kontrolovali relevanci školení ve VR, aby s co největší věrohodností odpovídali realitě. V každém modulu bylo vytvořeno několik dílčích aplikací, kdy každá aplikace představuje konkrétní způsob školení.

V rámci vývoje těchto modulů probíhalo i odladění jak obsahu, tak formy VR aplikací. K vývoji bylo využito vývojové prostředí Unity3D a programovací jazyk C#. V současnosti se jedná o nejrozšířenější vývojové prostředí pro tvorbu softwarů a aplikací ve virtuální realitě. Softwarové řešení bylo vyvíjeno pro standard OpenVR 2.0, to znamená, že je bude možné realizovat na všech nových náhlavních displejích. S ohledem na hardwarovou platformu jsou aplikace optimalizovány primárně pro all-in-one zařízení Oculus Quest 2, což je ideální

bezdrátové řešení v této době z hlediska funkčnosti i cenové dostupnosti. Přeprogramování na jinou platformu však bude díky standard OpenVR 2.0 také možné.

Bližší informace k SW a HW řešení jsou uvedeny v příloze.

Dílčí práce a výstupy: Finální definice scénářů, komunikace s odborníky na BOZP a požární ochranu, odladění VR aplikací, Grafická příprava obsahu, programování VR aplikací.

Testování

Termín: 9/2021–12/2023 (kontinuálně, dle vyhlášených VZMR)*

V poslední části řešení projektu byla pozornost věnována primárně testování projektových výstupů. Cílem bylo jasné prokázání a deklarování přínosů edukace postupů BOZP ve VR. Výstupy z testování budou shrnuty ve formě publikací (jak laických, tak odborných). I testování se dělilo na dílčí fáze. V první fázi byly v partnerských zdravotnických zařízeních vytvořeny skupiny testovací participantů, kteří prováděli cvičení ve VR. Do této fáze byly zapojeny i ty instituce, které projevily zájem o projektové výstupy. Následně bylo provedeno shrnutí a vyhodnocení výsledků z testování. V průběhu testování byly kromě tvrdých dat sbírány i informace týkající se uživatelské přívětivosti a obecně o práci s VR zařízením a aplikacemi.

Dílčí práce a výstupy: Zajištění testovací skupiny participantů, koordinace VR školení v podnicích, dohled nad správným prováděním školení ve VR, příprava a sumarizace dat z experimentů, Kontrola souladu školícího plánu s funkčností VR aplikací, průběžné sledování výsledků testování a bezprostřední zpracování zpětné vazby od účastníků formou úprav scénářů ve VR, technická podpora při testování v podnicích, vyhodnocení dat z experimentů, příprava podkladů pro publikování výsledků, publikování výsledků v odborných časopisech.

Finalizace

Termín: 11/2021–12/2023 (kontinuálně, dle vyhlášených VZMR)*

V závěru projektu byl vytvořen určitý metodický manuál pro budoucí uživatele, jak hardware i software používat a jak obecně ke školení přistupovat. Do manuálů byly zapracovány zkušenosti získané z celého testování. Kromě uživatelských manuálů byla vytvořena i technická dokumentace. V posledním měsíci řešení projektu dojde k formálnímu zakončení. Byla dokončena závěrečná zpráva z řešení shrnující průběh projektu, výsledky řešení, způsoby naplnění stanovených cílů a způsoby vypořádání se s nečekanými situacemi. Projekt byl také uzavřen po stránce finanční a administrativní.

Dílčí práce a výstupy: Příprava podkladů pro technickou dokumentaci a její zpracování, zpracování metodických manuálů, příprava závěrečné zprávy.

Diseminace a osvětové aktivity

Termín: 3/2021–12/2023 (kontinuálně)

V průběhu celého projektu probíhala osvěta dané problematiky, byly vytvořeny osvětové kampaně, vznikl web BOZPsafe.cz, byla vytvořena řada dalších osvětových materiálů v podobě posterů apod., projekt a jeho dílčí výsledky byly prezentovány v rámci řady vědeckých národních i mezinárodních konferencí a v neposlední řadě byla publikována taktéž řada odborných článků, ať již se jednalo o popularizační články či ve vědeckých indexovaných periodikách.

**Pozn.: Vzhledem k tomu, že VUBP nedisponuje experty na vyvíjení VR a 2D aplikací, bylo nutné formou veřejné zakázky malého rozsahu zajistit vytvoření aplikací externí institucí. Soubor aplikací ve VR a 2D vytvářela firma XR institute, s.r.o., která v průběhu řešení projektu spolupracovala i na dalších výstupech, včetně tvorby výsledků jako Vsouhrn, osvětové aktivity, prezentace na konferencích apod. Ve třetím roce řešení byla tato firma spoluřešitelem daného projektu.*

2.4 Popis výzkumného souboru

Aplikace jsou vhodnou vzdělávající pomůckou jak pro zaměstnance, tak pro osoby OSVČ. Cílem je poskytovat službu, která zajistí efektivní rozvoj lidských dovedností v oblasti BOZP a požární ochrany. Cílovo skupinou jsou zaměstnanci ve zdravotnických zařízeních a dílčím způsobem i v sociálních službách. Přeneseně je možné jednotlivé aplikace využít i v dalších profesích či dílčích souvisejících pracovních činnostech.

Aplikaci mohou využívat nejen zaměstnavatelé pro své zaměstnance. Možná nová skupina, kterou by mohla oslovit tato aplikace, jsou studenti středních, vyšších odborných a vysokých škol, jejichž programy jsou zaměřeny na bezpečnost při práci, či zdravotnické školy/fakulty, kde je předpoklad pro budoucí zaměstnání v dané oblasti, tak u studentů zdravotních studií, kteří mohou sami aspirovat stát se budoucími lektory BOZP.

3 Plánované a realizované výsledky

3.1 Plánované výsledky

1) Tvorba softwarových aplikací ve virtuální realitě využitelné pro běžně dostupný VR hardware.

2) Tvorba softwarových aplikací ve webovém prostředí využitelné pro běžně dostupný kancelářský hardware (PC, tablet, chytrý telefon).

3) Tvorba souhrnné výzkumné zprávy nejen pro možnosti vzdělávání pomocí virtuální reality z technologického i didaktického pohledu, ale i z pohledu analytického zpracování a hodnocení účinnosti školení.

4) Získané zkušenosti a výsledky se promítnou do směrnic a předpisů nelegislativní povahy – budou vytvořeny výstupy typu Hneleg.

6) Uspořádání osvětových aktivit podporujících zvýšení informovanosti cílových oblastí o výsledcích projektu. Konkrétně se bude jednat o tvorbu podcastů a uspořádání workshopů k dané problematice.

7) Během projektu bude zajištěna informovanost o dané problematice také prostřednictvím publikační činnosti projektového týmu a prezentace dané problematiky v rámci odborných konferencí. Vzniknou tak výstupy typu Jrec a D.

8) Součástí výstupů budou také výstupy typu O – Ostatní: Police Brief a Infografiky.

3.2 Realizované výsledky

Hlavní výsledky projektu je široké spektrum aplikací ve virtuální realitě pro školení BOZP. Jedná se primárně o školící/edukativní software, které lze použít s brýlemi na virtuální realitu. Součástí souboru těchto aplikací jsou i „testovací“ aplikace, které slouží k ověření nabitých znalostí. Zároveň lze za hlavní výsledky považovat i 2D interaktivní aplikace – též edukativní a testovací. Všechny tyto aplikace jsou jak v češtině, tak v angličtině.

Další výsledky jsou primárně zaměřené na diseminaci a osvětu dané problematiky, tzn. osvětové kampaně, postery, prezentace na konferencích, pracovní workshopy, články v odborných periodikách apod.

Na počátku projektu byly diskutovány též výsledky typu podcasty, avšak vzhledem k úsporným opatřením a zejména s ohledem na hlavní cíl projektu – tzn. aplikace ve virtuální realitě, byla nakonec dána přednost vytvoření většího souboru těchto aplikací na úkor dalších dílčích výsledků.

Celkově lze říci, že byla vytvořena řada výsledků nad rámec původního návrhu, a to jak z pohledu aplikací, tak i publikačních výstupů.

3.2.1 Hlavní výsledky – školící aplikace

- Nácvik správného používání osobních ochranných pracovních prostředků při ochraně proti onemocnění covid-19
    - VR aplikace: R – popis softwaru VR BOZP zdravotnictví – OOPP Covid-19
        - Školící: OOPP_CZ_Skolici.apk
        - Testovací: OOPP_CZ_Testovaci.apk
        - Souhrnná: BOZP_OOPP_CZ.apk
    - 2D aplikace: R – popis softwaru 2D BOZP zdravotnictví – OOPP Covid-19
        - OOPP a covid-19

- Manipulace s ostrým předmětem
  - VR aplikace: R – popis softwaru VR BOZP zdravotnictví – Manipulace ostrým předmětem
    - Odber_CZ.apk
  - 2D aplikace: R – popis softwaru 2D BOZP zdravotnictví – Manipulace ostrým předmětem
    - Manipulace s ostrým předmětem
- Poranění ostrým předmětem
  - VR aplikace: R – popis softwaru VR BOZP zdravotnictví – Poranění ostrým předmětem
    - Poraneni_CZ.apk
  - 2D aplikace: R – popis softwaru VR BOZP zdravotnictví – Poranění ostrým předmětem
    - Poranění ostrými předměty
- Požární ochrana
  - VR aplikace: R – popis softwaru VR Požární ochrana
    - BOZP_PO.apk
  - 2D aplikace: R – popis softwaru 2D Požární ochrana
    - Požární ochrana
- Ergonomie – správné držení těla
  - VR aplikace: R – popis softwaru VR BOZP – Ergonomie
    - BOZP_Ergonomie.apk
- Puzzle pravidel při manipulaci s pacientem
  - VR aplikace: R – popis softwaru VR Puzzle BOZP
    - Puzzle_BOZP.apk
- Manipulaci s pacientem
  - VR aplikace: R – popis softwaru VR Pacient – Manipulace
    - BOZP_PacientManipulace.apk
- Ustrojení při práci
  - VR aplikace: R - popis softwaru Ustrojení při práci
    - UstrojeniPriPraci.apk

- Chování v prostoru: Základní Pravidla orientace v objektu
  - VR aplikace: R - popis softwaru Chování v prostoru: Základní Pravidla orientace v objektu
    - ChovaniVProstoru-ZakladniPravidlaOrientaceVObjektu.apk
- Chování v prostoru: Eliminace rizik
  - VR aplikace: R - popis softwaru Chování v prostoru: Eliminace rizik
    - ChovaniVProstoru-EliminaceRizik.apk
- Zabezpečení: Identifikace rizik
  - VR aplikace: R - popis softwaru Zabezpečení: Identifikace rizik
    - Zabezpeceni-IdentifikaceRizik.apk
- Zabezpečení: Deeskalace konfliktu a přivolání pomoci
  - VR aplikace: R - popis softwaru Zabezpečení: Deeskalace konfliktu a přivolání pomoci
    - Zabezpeceni-DeeskalaceKonfliktu.apk
- Agresivita zaměřená vůči školenému
  - VR aplikace: R - popis softwaru Agresivita zaměřená vůči školenému
    - AgresivitaVuciSkolenemu.apk
- Agresivita zaměřená vůči někomu jinému
  - VR aplikace: R - popis softwaru Agresivita zaměřená vůči někomu jinému
    - AgresivitaVuciNekomuJinemu.apk
- Agresivita zaměřená vůči majetku
  - VR aplikace: R - popis softwaru Agresivita zaměřená vůči majetku
    - AgresivitaVuciMajetku.apk
- Neobvyklé chování: Opakovaná výzva a skupina lidí
  - VR aplikace: R - popis softwaru Neobvyklé chování: Opakovaná výzva a skupina lidí
    - NeobvykleChovani.apk
- Odložený předmět: Odložená zásilka
  - VR aplikace: R - popis softwaru Odložený předmět: Odložená zásilka
    - OdlozenyPredmet.apk
- Intervence 1 – V ordinace mám kam utéct
  - VR aplikace: R - popis softwaru Intervence 1 – V ordinaci mám kam utéct
    - Intervence1-MamKamUtect.apk

- Intervence 2 – V ordinaci nemám kam utéct
  - VR aplikace: R - popis softwaru Intervence 2 – V ordinaci nemám kam utéct
    - Intervence2-NemamKamUtect.apk

3.2.2 Další výsledky v jednotlivých letech

3.2.2.1 Výsledky v roce 2021

V roce 2021 byla vedle aplikací ve virtuální realitě a 2D interaktivních aplikací vytvořena řada dalších výsledků. Zejména se jednalo o osvětovou kampaň a také byly vytvořeny další publikační výsledky – např. impaktovaný článek, stať ve sborníku apod. Dále byl projekt prezentován na řadě vědeckých odborných konferencí.

- Stať ve sborníku a prezentace na Mezinárodní konferenci Medicína Katastrof (14. - 16. 9. 2021 Luhačovice): D – Školení BOZP ve zdravotnictví prostřednictví virtuální reality.pdf
- Impaktovaný článek Boros, M.; Sventekova, E.; Cidlinova, A.; Bardy, M.; Batrlova, K. Application of VR Technology to the Training of Paramedics. Appl.Sci. 2022, 12, 1172. https://doi.org/ 10.3390/app12031172: Jimp – Aplication of VR technology to the Training of Paramedics.pdf
- Článek v odborném periodiku a prezentace na konferenci XXI. Mezinárodní konference „Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2021“ (24. - 25. 11. 2021, Ostravice): O – Moderní a efektivní přístup ke školení BOZP prostřednictvím virtuální reality.pdf
- Osvětová kampaň na BOZPinfo.cz – 10 článků:
  - – Ochrana proti poranění ostrým předmětem – článek
  - – Ochrana proti covid-19 ve virtuální realitě – článek
  - – Možnosti využití virtuální reality při ověření návrhu pracoviště – článek
  - – Možnosti využití virtuální reality ve vztahu k bezpečnosti práce – článek
  - – Na co si dát pozor při nasazení virtuální reality – článek
  - – Jaké benefity může vaší společnosti přinést virtuální realita? – článek
  - – Virtuální realita jako nástroj pro školení a trénink – článek
  - – Fakta/mýty o využití virtuální a rozšířené reality v praxi – článek
- Prezentace projektu a problematiky virtuální reality v rámci konference Inovace BOZP: O – Prezentace projektu a problematiky virtuální reality v rámci konference Inovace BOZP
- Prezentace projektu a problematiky virtuální reality v rámci konference Svět hygieny kolem nás 2021: O – Prezentace projektu a problematiky virtuální reality v rámci konference Svět hygieny kolem nás 2021
- Prezentace projektu a problematiky virtuální reality v rámci konference Zdravé pracoviště si posvítí na fyzickou zátěž – Evropská kampaň BOZP 2020: O – Prezentace projektu a problematiky virtuální reality v rámci konference Zdravé pracoviště si posvítí na fyzickou zátěž – Evropská kampaň BOZP 2020

- Stať v recenzovaném sborníku a prezentace na XXXIV. Medzinárodná konferencia Aktuálne otázky bezpečnosti práce (9. 11. 2021 Hotel Patria, Štrbské Pleso, Vysoké Tatry, Slovenská republika): O – Moderní a efektivní přístup ke školení BOZP prostřednictvím virtuální reality.pdf
- Osvětová kampaň na stránkách vubp.cz: O – BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI VE VIRTUÁLNÍ REALITĚ

3.2.2.2 Výsledky v roce 2022

V roce 2022 byla vedle hlavních výsledků (aplikací pro školení BOZP) vytvořena taktéž řada publikačních výsledků se zaměřením na odborné články a také na prezentaci projektu a jeho výsledků na vybraných odborných konferencích. Zároveň byl vytvořen pro účely osvěty, diseminace a také pro správu aplikací ve VR a interaktivních 2D aplikací web BOZP ve virtuální realitě – vrsafe.cz

- Článek v odborném periodiku Krizový management (DOI 10.26552/krm.C.2022.2.34-40 ISSN – 1336–0019 (tisk) ISSN – 2730 – 0544 (online): Jost – Využitie virtuálnej reality vo výučbe v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia totiž práci.pdf
- Recenzovaný článek v odborném periodiku Interdisciplinarity in theory and practice: Jrec – THE NEED OF TOOLS CREATION FOR RISK ASSESSMENT IN THE SLOVAK REPUBLIC.pdf
- Článek ve sborníku a prezentace na 25. medzinárodná vedecká konferencia Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí Fakulta bezpečnostného inžinierstva UNIZA, Žilina, 18. – 19. máj 2022: O – Virtuální realita ve vzdělávání IZS.pdf
- Rozšířený abstrakt a prezentace na 11. International Conference WOS 2022 Focus on Human in a Technological World (25. - 28. 9. 2022, Algarve, Portugal):
    - O – Application of virtual reality technology to health and safety education.pdf – stať ve sborníku
    - O – Virtual reality in safety and health education – plakát, anglicky
- Stať ve sborníku a prezentace na XXXV. Medzinárodná konferencia Aktuálne otázky bezpečnosti práce (9. – 11. 11. 2022 Hotel Patria, Štrbské Pleso, Vysoké Tatry, Slovenská republika): O – Využití digitálních nástrojů ergonomie a BOZP v praxi.pdf
- Webový portál BOZPsafe, kde jsou soustředěny informace o virtuální realitě v BOZP, výsledky projektu včetně aplikací ve VR a 2D interaktivních aplikací: O – webová stránka **BOZP ve virtuální realitě** https://www.vrsafe.cz/
- Stať ve sborníku a prezentace na konferenci EDULEARN22, Mallorca:
    - O – Virtual reality in education and training with a focus on safety and health at work.pdf – článek ve sborníku
    - O – Virtual reality in health and safety education – plakát, anglicky

3.2.2.3 Výsledky v roce 2023

- Stať ve sborníku a prezentace na XXIII. Mezinárodní konference „Bezpečnost a ochrana zdraví při práci 2023“ (26. - 27. 4. 2023, Ostravice): O – Praktické využití VR pro podniky
- O - Policy Brief VÚBP, v. v. i. – 6/2023 Vzdělávání v oblasti BOZP a PO prostřednictvím virtuální reality

3.3 Podrobné představení výsledků

V této kapitole jsou postupně představeny jednotlivé aplikace ve virtuální realitě a dále 2D interaktivní aplikace. Ostatní výsledky byly představeny v kapitole výše „3.2.2. Další výsledky v jednotlivých letech“.

BOZP školení ve VR – OOPP covid-19 – Trénink

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. Jan Kubr

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace pomocí visuálních prvků provede uživatele skrze předem definovaný scénář aplikace osobních ochranných pracovních prostředků. Pro vyšší efektivitu tréninku je aplikace obohacena o virtuálního avatara, který danou problematiku napomáhá vysvětlit a upozorňuje na rizikové části v procesu.

BOZP školení ve VR – Manipulace ostrými předměty – Trénink

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. Jan Kubr

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace pomocí visuálních prvků provede uživatele skrze předem definovaný scénář práce a manipulace s ostrými předměty. Pro vyšší efektivitu trénink je aplikace obohacena o virtuálního avatara, který danou problematiku napomáhá vysvětlit a upozorňuje na rizikové části v procesu.

BOZP školení ve VR – Poranění ostrými předměty – Trénink

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. Jan Kubr

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace pomocí visuálních prvků provede uživatele skrze předem definovaný scénář – poranění ostrými předměty. Pro vyšší efektivitu trénink je aplikace obohacena o virtuálního avatara, který danou problematiku napomáhá vysvětlit a upozorňuje na rizikové části v procesu.

BOZP školení ve VR – OOPP covid-19 – Testování

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. Jan Kubr

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace nevyužívá prvky visuálního managementu z důvodu otestování naučení nabytých poznatků z předcházející tréninkové aplikace. Uživatel v aplikaci musí samostatně zvolit správný postup při aplikaci osobních ochranných pracovních prostředků. Aplikace napomáhá k rychlému otestování osvojení získaných poznatků z předchozí tréninkové části. Aplikace sama zkontroluje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí a tím ušetří čas při celkovém zaučení uživatele.

BOZP školení ve VR – Manipulace ostrými předměty – Testování

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. Jan Kubr

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace nevyužívá prvky visuálního managementu z důvodu otestování naučení nabytých poznatků z předcházející tréninkové aplikace. Uživatel v aplikaci musí samostatně zvolit správný postup při práci a manipulaci s ostrými předměty. Aplikace napomáhá k rychlému otestování osvojení získaných poznatků z předchozí tréninkové části. Aplikace sama zkontroluje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí a tím ušetří čas při celkovém zaučení uživatele.

BOZP školení ve VR – Poranění ostrými předměty – Testování

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. Jan Kubr

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace nevyužívá prvky visuálního managementu z důvodu otestování naučení nabytých poznatků z předcházející tréninkové aplikace. Uživatel v aplikaci musí samostatně zvolit správný postup v případě poranění ostrými předměty.

BOZP školení – interaktivní aplikace ve 2D – OOPP covid-19 – Trénink

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. David Krákora

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro veškeré zařízení se všemi systémy (Windows, Android, IOS), která běží na webu. Jedná se o totožnou verzi virtuální aplikace, jen je převedená do 2D formy. Obsahuje interaktivní prvky, vodící lištu ve formě checklistu a základní tlačítka jako je vypnutí nebo restartování aplikace. Vodící lišta obsahuje seznam úkolů, které jsou seřazeny dle definovaného scénáře aplikace osobních ochranných pracovních prostředků. Veškeré důležité informační prvky jsou zpracovány formou textu ve zvýrazněném poli a je nutné jejich přečtení potvrdit interaktivním tlačítkem.

BOZP školení – interaktivní aplikace ve 2D – Manipulace ostrými předměty – Trénink

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. David Krákora

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro veškeré zařízení se všemi systémy (Windows, Android, IOS), která běží na webu. Jedná se o totožnou verzi virtuální aplikace, jen je převedená do 2D formy. Obsahuje interaktivní prvky, vodící lištu ve formě checklistu a základní tlačítka jako je vypnutí nebo restartování aplikace. Vodící lišta obsahuje seznam úkolů, které jsou seřazeny dle definovaného scénáře práce a manipulace s ostrými předměty. Veškeré důležité informační prvky jsou zpracovány formou textu ve zvýrazněném poli a je nutné jejich přečtení potvrdit interaktivním tlačítkem.

BOZP školení – interaktivní aplikace ve 2D – Poranění ostrými předměty – Trénink

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. David Krákora

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro veškeré zařízení se všemi systémy (Windows, Android, IOS), která běží na webu. Jedná se o totožnou verzi virtuální aplikace, jen je převedená do 2D formy. Obsahuje interaktivní prvky, vodící lištu ve formě checklistu a základní tlačítka jako je vypnutí nebo restartování aplikace. Vodící lišta obsahuje seznam úkolů, které jsou seřazeny dle definovaného scénáře, jak postupovat při poranění ostrými předměty. Veškeré důležité informační prvky jsou zpracovány formou textu ve zvýrazněném poli a je nutné jejich přečtení potvrdit interaktivním tlačítkem.

BOZP školení – interaktivní aplikace ve 2D – OOPP covid-19 – Testování

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. David Krákora

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro veškeré zařízení se všemi systémy (Windows, Android, IOS), která běží na webu. Tato aplikace nevyužívá vodící lištu, ani není kontrolovaný přesný postup procesu. Její hlavní účel je otestování získaných dovedností z předešlé tréninkové části aplikace. Aplikace je složená z interaktivní části a otázek, které kontrolují uživatelovu připravenost pro aplikaci osobních ochranných pracovních prostředků. V celé části aplikace uživatel nemá žádné nápovědy, aby bylo zajištěno, že postup volí podle svých znalostí a zkušeností.

BOZP školení – interaktivní aplikace ve 2D – Manipulace ostrými předměty – Testování

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. David Krákora

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro veškeré zařízení se všemi systémy (Windows, Android, IOS), která běží na webu. Tato aplikace nevyužívá vodící lištu, ani není kontrolovaný přesný postup procesu. Její hlavní účel je otestování získaných dovedností z předešlé tréninkové části aplikace. Aplikace je složená z interaktivní části a otázek, které kontrolují uživatelovu připravenost pro práci a manipulaci s ostrými předměty. V celé části aplikace uživatel nemá žádné nápovědy, aby bylo zajištěno, že postup volí podle svých znalostí a zkušeností. Aplikace slouží k rychlému otestování více uživatelů najednou. Lze využít kombinaci virtuálního tréninku a 2D testování. Její hlavní účel je osvojení a prohloubení získaných znalostí a dovedností z předešlé tréninkové části. Aplikace sama kontroluje a vyhodnocuje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí a je připraven tento proces vykonávat nebo je potřeba opakované školení. Opět šetří čas školitele a zkoušejícího při celkovém zaškolení uživatelů.

BOZP školení – interaktivní aplikace ve 2D – Poranění ostrými předměty – Testování

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. David Krákora

Popis výsledku:

Aplikace vyvinutá pro veškeré zařízení se všemi systémy (Windows, Android, IOS), která běží na webu. Tato aplikace nevyužívá vodící lištu, ani není kontrolovaný přesný postup procesu. Její hlavní účel je otestování získaných dovedností z předešlé tréninkové části aplikace. Aplikace je složená z interaktivní části a otázek, které kontrolují uživatelovu připravenost při poranění ostrými předměty. V celé části aplikace uživatel nemá žádné nápovědy, aby bylo zajištěno, že postup volí podle svých znalostí a zkušeností. Aplikace slouží k rychlému otestování více uživatelů najednou. Lze využít kombinaci virtuálního tréninku a 2D testování. Její hlavní účel je osvojení a prohloubení získaných znalostí a dovedností z předešlé tréninkové části. Aplikace sama kontroluje a vyhodnocuje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí a je připraven tento proces vykonávat nebo je potřeba opakované školení. Opět šetří čas školitele a zkoušejícího při celkovém zaškolení uživatelů.

Požární ochrana (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D., Ing. Kateřina Veselá
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. Marek Bureš, Ph.D.

Popis výsledku:

Aplikace napomáhá k rychlejšímu a efektivnějšímu zaškolení a otestování pracovníků. Aplikace sama zkontroluje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí a tím šetří čas při celkovém zaučení uživatele. Současně redukuje čas dohlížejícího personálu, což vede k redukci celkových nákladů. Další nespornou výhodou je i trénink těžko simulovatelného scénáře. Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace pomocí visuálních prvků provede uživatele skrze předem definovaný scénář požární ochrana. Uživatel v aplikaci musí samostatně zvolit správný postup. Pro vyšší efektivitu tréninku je aplikace obohacena o virtuálního avatara, který danou problematiku napomáhá vysvětlit a upozorňuje na rizikové části v procesu.

Požární ochrana (2D aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D., Ing. Kateřina Veselá
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D., Ing. Marek Bureš, Ph.D.

Popis výsledku:

Aplikace napomáhá k rychlejšímu a efektivnějšímu zaškolení a otestování pracovníků. Díky její dostupnosti je možné zaškolit více pracovníků na jednou. Dále lze využívat aplikaci jako nápovědu, při provádění úkonu. Lze využít kombinaci virtuálního tréninku a 2D testování. Její hlavní účel je osvojení a prohloubení získaných znalostí a dovedností z předešlé tréninkové části. Aplikace sama kontroluje a vyhodnocuje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí

a je připraven tento proces vykonávat nebo je potřeba opakované školení. Současně redukuje čas školitele a tím lze zmírnit celkové náklady. Další výhodou je interaktivní zpracování, které je efektivnější při tvorbě dovedností uživatele než papírové příručky. Aplikace vyvinutá pro veškeré zařízení se všemi systémy (Windows, Android, IOS), která funguje na webu. Obsahuje interaktivní prvky, vodící lištu ve formě checklistu a základní tlačítka jako je vypnutí nebo restartování aplikace. Vodící lišta obsahuje seznam úkolů, které jsou seřazeny dle definovaného scénáře požární ochrana. Veškeré důležité informační prvky jsou zpracovány formou textu ve zvýrazněném poli a je nutné jejich přečtení potvrdit interaktivním tlačítkem. Aplikace je složená z interaktivní části a otázek, které kontrolují uživatelovu připravenost v oblasti požární ochrany.

Ergonomie – správné držení těla (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ph.D.; Ing. Marek Bureš, Ph.D., Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace napomáhá k rychlejšímu a efektivnějšímu zaškolení a otestování pracovníků. Aplikace sama zkontroluje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí a tím šetří čas při celkovém zaučení uživatele. Současně redukuje čas dohlížejícího personálu, což vede k redukci celkových nákladů. Další nespornou výhodou je i trénink těžko simulovatelného scénáře. Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace pomocí visuálních prvků provede uživatele skrze předem definovaný scénář Ergonomie, který se věnuje správnému držení těla. Uživatel v aplikaci musí samostatně zvolit správný postup. Pro vyšší efektivitu tréninku je aplikace obohacena o virtuálního avatara, který danou problematiku napomáhá vysvětlit a upozorňuje na rizikové části v procesu.

Puzzle pravidel při manipulaci s pacientem (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ing. Marek Bureš, Ph.D., Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace napomáhá k rychlejšímu a efektivnějšímu zaškolení a otestování pracovníků. Aplikace sama zkontroluje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí a tím šetří čas při celkovém zaučení uživatele. Současně redukuje čas dohlížejícího personálu, což vede k redukci celkových nákladů. Další nespornou výhodou je i trénink těžko simulovatelného scénáře. Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace pomocí visuálních prvků provede uživatele skrze předem definovaný scénář Puzzle BOZP, kde uživatel skládá puzzle pravidel, které by měl dodržovat při manipulaci s pacientem, dále musí

pravidlo pojmenovat. Uživatel v aplikaci musí samostatně zvolit správný postup. Pro vyšší efektivitu tréninku je aplikace obohacena o virtuálního avatara, který danou problematiku napomáhá vysvětlit a upozorňuje na rizikové části v procesu.

Manipulace s pacientem (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ing. Marek Bureš, Ph.D., Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace napomáhá k rychlejšímu a efektivnějšímu zaškolení a otestování pracovníků. Aplikace sama zkontroluje, zda uživatel prošel kompletní testovací částí a tím šetří čas při celkovém zaučení uživatele. Současně redukuje čas dohlížejícího personálu, což vede k redukci celkových nákladů. Další nespornou výhodou je i trénink těžko simulovatelného scénáře. Aplikace vyvinutá pro přenosné zařízení virtuální reality. Tato aplikace pomocí visuálních prvků provede uživatele skrze předem definovaný scénář manipulace s pacientem, kde se uživatel učí jednotlivé pohyby pro manipulaci s pacientem. Uživatel v aplikaci musí samostatně zvolit správný postup. Pro vyšší efektivitu tréninku je aplikace obohacena o virtuálního avatara, který danou problematiku napomáhá vysvětlit a upozorňuje na rizikové části v procesu.

Ustrojení při práci (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Lukáš Hásek

Popis výsledku:

Aplikace se zaměřuje na vhodné ustrojení školeného při práci v nemocničním prostředí, stejně jako na rozpoznání stejnokrojů jednotlivých zaměstnanců, aby byl schopen jednoznačně identifikovat zaměstnance nemocnice. Probíhá v bezpečném prostředí šatny a posléze ordinace, kdy je školený seznámen se základními prvky ustrojení. Představuje stejnokroje zaměstnanců, zdůrazňuje potřebu jejich identifikace, stejně tak se zaměřuje na prvky, které se pro příslušné pracovní prostředí nedoporučují nebo jsou přímo zakázané, neboť by se mohly jako takové stát nástrojem použitým jako zbraň v případě napadení. Školený je veden k aktivnímu využívají dílčích prvků stejnokroje a jeho doplňků, jako je označení zaměstnance visačkou, které zároveň obsahuje důležitá telefonní čísla včetně čísla na ostrahu a další údaje. Školený je veden k neprodlenému kontaktování ostrahy vždy, kdy bude v situaci přímého ohrožení ze strany pacienta.

Chování v prostoru: Základní Pravidla orientace v objektu (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Lukáš Hásek

Popis výsledku:

Aplikace cílí na edukaci a interaktivní trénink za účelem získání základního přehledu o prostředí, v němž se školený pohybuje, stejně jako k využívání prvků v tomto prostředí. Školený je seznámen s technickými prostředky využívanými v rámci sebeobrany, a to především těmi bez zbraně, která není v daném prostředí přípustná. Je seznáme s umístěním únikového východu, vyvolávacího systému, který může být v kontextu dlouhého čekání zdrojem frustrace pro řadu pacientů, stejně tak je seznámen se specifickým prostředím určeným pro krizové situace za účelem úniku, úkrytu a zajištění základních potřeb v kontextu vlastní bezpečnosti. Představena je také ostraha objektu tak, aby ji bylo možno jednoznačně identifikovat, stejně jako kamerový systém, kterým je objekt monitorován.

Chování v prostoru: Eliminace rizik (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Lukáš Hásek

Popis výsledku:

Aplikace je zaměřena na využití znalosti orientace v objektu a eliminaci rizik. Důležitým aspektem, na který je školený upozorňován a díky interakci s prostředím i avatary si je sám vyzkouší, je především dodržování vzdálenosti mezi školeným a potenciálním agresorem, a to s představením všech typů vzdálenosti včetně prožitku této vzdálenosti mezi školeným a avatarem. Rizika plynoucí se situace může školený eliminovat s využitím pasivních a aktivních prvků obrany, které jsou mu v rámci aplikace představeny. Jelikož je jako základ prevence konfliktu považována vhodná komunikace, je školený veden k této komunikace, stejně jako monitorování neverbální komunikace pacienta. Zdůrazněny jsou aspekty tělesné pozice vůči avatarovi, který je potenciálním agresorem, stejně jako je součástí použití tísňového hlásiče, který školený používá kdykoliv, když se cítí v ohrožení. Aplikace také vede školeného k vytváření bezpečné bariéry v případě ohrožení.

Zabezpečení: Identifikace rizik (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bureš, Ph.D., Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace se zaměřuje na základní identifikaci rizik v nemocničním prostředí v kontextu pravidelného kontaktu s pacienty, a to se zaměřením na agresivní pacienty. Školený je seznámen a veden k rozpoznání dílčích stupňů agrese, s nimiž se může setkat. Seznamuje se s instrumentální i emocionální agresí a k identifikaci častých rizik typických právě pro nemocniční prostředí. Vedle daného je veden k rozpoznávání agresivních reakcí v rovině neverbální komunikace, kdy důraz je kladen primárně na mimické výrazy a následně je vystaven konkrétní interakci s pacientem, kdy je veden k rozpoznávání dílčích projevů potenciální agrese a k rozhodnutí o formě interakce s tímto pacientem.

Zabezpečení: Deeskalace konfliktu a přivolání pomoci (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bureš, Ph.D., Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

V rámci aplikace získává školený potřebné informace a zkouší si praktické kroky potřebné pro získání a rozvoj schopnosti deeskalovat konflikt. Seznamuje se se základními projevy chování typickými pro jednotlivá stádia konfliktu, stejně tak s intervencí, která je pro tyto projevy vhodná. V rámci nácviku samotného je vystaven konkrétní interakci s pacientem, kdy je veden k rozpoznávání dílčích projevů potenciální agrese a k rozhodnutí o formě interakce s tímto pacientem, a to včetně dodržování prvků bezpečné vzdáleností a dalších aspektů pasivní obrany.

Agresivita zaměřená vůči školenému (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ing. Marek Bureš, Ph.D., Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace vede školeného k řešení situace, ve které je agresivní projev zaměřen přímo proti němu. V rámci aplikace školený využívá již nabyté znalosti a dovednosti z předchozích aplikací, přičemž je veden ke zhodnocení rizikovosti situace, ve které se vyskytuje. Školený se setkává s eskalací verbální agrese, na niž musí reagovat a je veden k interakci s frustrovaným pacientem. Na základě situace následně vyhodnocuje příslušné faktory s potenciálem zvýšení napětí pacienta, případně faktory, které naopak vedou k deeskalaci konfliktu bez ohledu na jeho fázi.

Agresivita zaměřená vůči někomu jinému (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ing. Marek Bureš, Ph.D., Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace vede školeného k řešení situace, ve které je agresivní projev zaměřen vůči jinému pacientovi, přičemž školený je svědkem daného projevu. Školený je veden k rozpoznání dílčích forem agrese a jejich projevů, stejně tak je veden k vyhodnocení rizikovosti celé situace, na kterou je následně nucen reagovat. Je využíváno situačního kontextu a situačních proměnných, kdy školený volí možné reakce na příslušnou situaci, přičemž zvažuje nejen jejich adekvátnost, ale i bezpečnost. V rámci dané aplikace je veden také k aktivnímu přivolání ostrahy kdykoliv, kdy se situace jeví jako potenciálně riziková, případně je přítomno riziko eskalace konfliktu.

Agresivita zaměřená vůči majetku (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Ing. Marek Bureš, Ph.D., Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace vede školeného k řešení situace, ve které je agresivní projev zaměřen vůči majetku, což je často fáze, která předchází samotné fyzické agresi. Školený se ocitá v nemocničním prostředí, kdy je svědkem agresivního jednání a musí v rámci dané situace jednat a interagovat s prostředím i avatary. V rámci příslušné situace je veden k identifikaci stádia daného konfliktu u pacienta, a to se zdůrazněním jak verbálních, tak i neverbálních projevů agrese. Školený je veden k vyhodnocení rizikovosti situace a rizika eskalace konfliktu, stejně tak aktivně pracuje se vzdáleností mezi sebou a pacientem, který je agresivní, stejně tak vyhodnocuje nutnost interakce s ostrahou.

Neobvyklé chování: Opakovaná výzva a skupina lidí (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bureš, Ph.D., Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace vede školeného k řešení situace, ve které je patrné neobvyklé chování pacienta, respektive skupiny pacientů, přičemž se jedná o opakovanou výzvu a hromadné vystoupení

pacientů vůči personálu nemocnice. Školený aktivně vyhodnocuje potenciální rizikovost situace ve vazbě na projevy pacienta, který neuposlechl vyslovenou výzvu. Dále pak je školený uveden do interakce se skupinou pacientů, kteří se v kontextu síly projevují agresivně. Je veden k adekvátní reakci na nastalou situaci a její vyřešení v kontextu prevence násilného jednání a deeskalace konfliktu.

Odložený předmět: Odložená zásilka (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bureš, Ph.D., Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Ing. Miroslav Bednář

Popis výsledku:

Aplikace vede školeného k řešení situace, ve které je jedním z rizikových aspektů v prostředí mimo dalšího i odložený předmět. Školený vyhodnocuje rizikové elementy ve svém okolí a dále pracuje s nalezenou zásilkou v rovině procesně správného a bezpečného postupu. Školený je seznamován participativní formou s důvody rizikovosti nalezeného předmětu a je nucen rozhodovat o dalším nakládání s předmětem. Seznamován je na základě vlastního tréninku jak se správným postupy, tak těmi, kterých by se měl vždy vyvarovat.

Intervence 1 – V ordinace mám kam utéct (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Lukáš Hásek

Popis výsledku:

Aplikace vede školeného k základní interakci na základě dříve osvojených znalostí a dovedností v prostředí, v němž se setkává s agresivním pacientem. Školený se nachází v prostředí, kde má ve své blízkosti únikový východ. Vyhodnocuje prostředí, interaguje s pacientem a reaguje na veškeré podněty, kterým je vystaven v kontextu situačním, stejně tak v kontextu layoutu ordinace, ve které se nachází.

Intervence 2 – V ordinaci nemám kam utéct (VR aplikace)

Autoři:

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. – Ing. Anna Cidlinová, Ph.D.
XR Institute s.r.o. – Ing. Marek Bárdy, Mgr. Ing. Alena Lochmannová, Ph.D. et Ph.D., MBA; Ing. Patrik Dufek, Lukáš Hásek

Popis výsledku:

Aplikace vede školeného k základní interakci na základě dříve osvojených znalostí a dovedností v prostředí, v němž se setkává s agresivním pacientem. Školený se nachází v prostředí, kde nemá ve své blízkosti únikový východ. Vyhodnocuje prostředí, interaguje s pacientem a reaguje na veškeré podněty, kterým je vystaven v kontextu situačním, stejně tak v kontextu layoutu ordinace, ve které se nachází.

4 Shrnutí výsledků

Výsledky byly zaměřeny na tvorbu vzdělávacích software – školení ve virtuální realitě.

Nové moderní přístupy jsou nutné v prevence rizik vzniku poškození zdraví zaměstnanců následkem pracovního úrazu nebo nemocí z povolání vzhledem k narůstajícím disproporcím efektivity a současného způsobu vzdělávání BOZP, které jsou přímo spojené se zdravotními a finančními dopady souvisejícími s pracovními úrazy a nemocemi z povolání.

Jedním z pokrokových přístupů je školení BOZP a PO prostřednictvím virtuální reality. Tento trend ve změně způsobu školení je dán v současné době nejen vlivem doznívající pandemie a s tím spojené změny k přístupu k zaškolení v BOZP, ale také vzhledem k tomu, že oproti tradičnímu přístupu k zajištění znalostí a zkušeností v oblasti BOZP má virtuální realita velké množství nedocenitelných benefitů, které vyplývají z řady odborných studií. Patří mezi ně např.:

- zvyšuje účinnost školení oproti běžnému školení o 400% - 3x rychlejší proces učení
- autonomnost řešení nevyžaduje školící personál – šetří čas dohlížecího personálu
- umožňuje školení přímo na pracovišti a to např.: v nevyužitém pracovním čase
- 30% zvýšení kvality rutinně vykonávané práce
- umožňuje zažít těžko simulovatelné scénáře
- usnadňuje koordinaci povinných školení
- dlouhodobě nižší náklady na proškolení

Jak se již dnes ukazuje z dotčeného projektu a vzhledem k multidisciplinárnímu spojení znalostí VÚBP pod záštitou MPSV a praktické zkušenosti z řad odborné veřejnosti, vedou nejmodernější ověřené trendy k efektivnímu vzdělávání. Navíc ze zkušeností v zahraničí dnes už začínají být zcela běžně a standardem celá simulační centra.

Zároveň je klíčový i fakt, že tato školení je možné propojit s dalším moderním způsobem v oblasti prevence pracovních úrazů nebo nemocí z povolání a celkové minimalizace pracovních rizik – s platformami OiRA/IRAT. Je možné zvýšit efektivitu a využití zpracovaných informací ve spolupráci s cílovou skupinou tak, aby postupně mohlo dojít k masovému využití těchto nástrojů praxí. Dojde tak ke snížení nákladů podniků na BOZP a zároveň ke snížení administrativy s dokumentací BOZP spojenou. Důležitost problematiky BOZP je dána na celoevropské úrovni aktivitami Komise a Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (EU-OSHA).

Na celostátní úrovni je nutné posílit schopnosti podniků zaváděním účinných a hospodárných opatření pro předcházení rizikům, což je jednou z hlavních výzev definovaných ve sdělení Komise o strategickém rámci EU pro ochranu zdraví a bezpečnosti při práci. V rámci sytému aplikací pro školení BOZP prostřednictvím virtuální reality bude nutné doplnit tato školení také pro další segmenty. Následně pak bude možné propojení jednotlivých nástrojů s výstupem do jednoho rozhraní pro celkové řízení rizik.

Zároveň má využití aplikací virtuální reality pro školení BOZP několik inovativních prvků, které mohou být užitečné jak pro trénink, tak i pro přípravu zaměstnanců na krizové situace.

Některé z těchto prvků zahrnují:

- Realistické prostředí: Aplikace VR umožňuje vytvořit realistické prostředí pro trénink BOZP. Zaměstnanci se mohou naučit reagovat na různé scénáře a situace v realistickém prostředí, které by jinak mohly být nebezpečné nebo nepraktické k vytvoření.
- Interaktivní trénink: VR aplikace umožňují interaktivní trénink, kde uživatelé mohou aktivně reagovat na situace a okamžitě vidět důsledky svých rozhodnutí. To umožňuje zaměstnancům lépe si osvojit a udržovat praktické dovednosti.
- Bezpečné školení: Využití VR pro školení BOZP umožňuje bezpečné a kontrolované prostředí pro trénink. Zaměstnanci se mohou učit, jak reagovat na nebezpečné situace, aniž by byli vystaveni skutečným nebezpečím.
- Monitorování a zpětná vazba: VR aplikace také umožňují sledovat a analyzovat výkon zaměstnanců při tréninku. To umožňuje trenérům a vedoucím týmů poskytnout zpětnou vazbu a pomáhat svým týmům zlepšovat své dovednosti.
- Efektivita nákladů: Použití VR aplikací pro školení BOZP může také přinést úspory nákladů. Místo vytváření a udržování fyzických prostředí pro trénink, mohou organizace použít VR aplikace, což může být efektivnější a ekonomičtější.

Všechny tyto inovativní prvky jsou využity při vývoji VR aplikací pro školení požární ochrany, čímž zajistí vysokou uživatelskou přívětivost a umožní tak zaměstnancům lépe se připravit na různé situace, kterým mohou během své práce čelit.

5 Závěry a doporučení

Rozvoj digitální ekonomiky souvisí s rozvojem informační společnosti, je závislý na technologickém vývoji v oblasti hardware a software, na dostupnosti funkční ICT infrastruktury, a především na lidských zdrojích. Schopnost jednotlivců i organizací kreativně, smysluplně a efektivně využívat digitálních technologií je klíčová pro rozvoj národního hospodářství v digitalizované společnosti. Konvenční školení často naráží na limity časové, stejně jako limity efektivity, přináší dodatečné náklady v rovině zajištění kvalifikovaného personálu či automatizovaného systému pro realizaci a správu školení. Zároveň jen minimum školení v oblasti BOZP a PO realizováno digitální formou, tak aby se snižovaly náklady na periodická opakování. Aplikace mají potenciál využití zejména mezi zaměstnanci ve zdravotnických službách, ale lze je v omezené míře použití i v jiných segmentech (např. školení požární ochrany) tj. napříč podnikovým spektrem.

Na základě důkladné analýzy se ukázalo, že je řešení edukace BOZP ve formě tréninku v prostředí virtuální reality je inovativní a má velký potenciál. Takovéto řešení totiž umožňuje eliminovat nebo výrazně redukovat nedostatky současných nabízených možností. Jedná se o řešení, které je koncipováno tak, že:

- je v porovnání se současnými možnostmi nenáročné na čas, prostor, finance a organizaci,
- není vázáno na kapacitu školitele či školící organizace, a tak je možné obsloužit více lidí zároveň např. během přestávky či na začátku/konci pracovní doby (toto je výhodou i v případě podobných situací jako byla pandemie, kdy je problémem fyzické potkávání osob – snadná dezinfekce potřebných částí)
- je využitelné kdykoliv, dostupnost 24/7 bez čekání a nutnosti objednání/rezervace,
- je po zaškolení plně autonomní – tzn. pracovník provádí edukaci sám,
- plnění aplikací je detailně monitorováno,
- je efektivní, neboť uplatňuje krátké ale často opakované cvičení (edukace, reedukace, aktualizační školení),
- se pracovník necítí trapně, že na něj někdo kouká při praktickém nácviku první pomoci,
- je pracovník motivován k edukaci, neboť jsou zde zahrnuty herní prvky,
- využívá jedinečných vlastností virtuální reality, a sice přenesení koncentrace pracovníka na úkoly a pracovník tak nevnímá časovou ohraničenost, náročnost, stres či strach, případně další negativní emoce a bariéry.

Navrhovaný projekt se zaměřuje na vývoj aplikací virtuální reality, s jejichž pomocí lze provádět efektivní školení BOZP. Jako hlavní inovační prvek je zahrnutí haptického ovládání do vyvíjených aplikací VR. Konkrétním výstupem je mnoho aplikací – zejména ve virtuální realitě, ale také 2D interaktivní aplikace. Realizace projektu byla rozdělena do 3 let.

Cílem projektu bylo navrhnout a vytvořit aplikace, které s využitím virtuální reality simulují prostředí, které napomůže a zefektivní učení BOZP. Mezi benefity pramenící z využití virtuální reality pro BOZP patří: kratší doba trénování, větší efektivita cvičení, skrze vlastní zážitek, z toho pramenící psychická připravenost na případnou krizovou událost, přístup odkudkoli, možnost rozšíření klientely, budoucí možná doplnění o další funkce, a především bezpečnost lidí, budovy i životního prostředí.

Realizace aplikací, tvorba prostředí a následné programování proběhlo v programu Unity. Pro zprostředkování aplikací do virtuální reality byly využity brýle Oculus Quest 2, které jsou vybaveny kamerou, díky které uživatel může při spuštění aplikací vidět i své ruce. Díky detailnímu programování byly do aplikace přidány prvky, které přispěly k reálnějšímu zážitku. Mezi tyto prvky patří například světla, která lze v aplikaci ovládat, zvuk, díky kterému se může jedinec a text, který ve školící fázi funguje jako nápověda a podává vysvětlení, co v danou chvíli dělat, případně popisuje jednotlivé předměty v aplikaci a učí jedince zvolit správný postup řešení.

Aplikace pro školení BOZP ve virtuální realitě lze dále optimalizovat a přizpůsobovat. Je možno se zaměřit na nestandardní situace či různá omezení, která brání bezproblémovému chodu aplikace, a tedy i uživatelskému zážitku.

6 Naplnění cílů výzkumného úkolu

Hlavním cílem výzkumného úkolu bylo vytvoření souboru vzdělávacích software, tzn. aplikací ve virtuální realitě, které pomůžou zvýšit kompetence v dané oblasti a sníží tak pracovní úrazy a nemoci z povolání. Cíle projektu byly naplněny nad rámec – byla vytvořena celá baterie školících aplikací ve virtuální realitě nejen pro vzdělávání, ale byly vyvinuty též i „testovací“ aplikace, které slouží k ověření nabitých znalostí. Dále byly navíc vytvořeny také 2D interaktivní aplikace – taktéž školící/vzdělávací, ale i testovací.

7 Seznam příloh

Příloha č. 1: Rešeršní přehled – Virtuální realita a BOZP

Příloha č. 2: Analýza současného stavu

Příloha č. 3: Technické řešení a návrh aplikace

Příloha č. 4: Šetření účinnosti využití virtuální reality pro školení zaměstnanců

Příloha č. 5: Manažerské shrnutí – BOZP ve virtuální realitě

Příloha č. 6: Příklad scénáře ve VR

8 Příloha č. 1: Rešeršní přehled – Virtuální realita a BOZP

Zadání: Rešerše byla vypracována pro potřeby projektu institucionální podpory 11-S4-2021-VUBP „*Efektivní a flexibilní vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v oblasti BOZP prostřednictvím nejmodernějších technologií*“, řešeného Výzkumným ústavem bezpečnosti práce, v. v. i., v letech 2021–2023.

Jazykové omezení: ČJ, AJ, NJ, FJ

- Klíčová slova ČJ: virtuální realita, rozšířená realita, BOZP, vzdělávání, zdravotnictví, sociální práce
- Klíčová slova AJ: virtual reality, augmented reality, OSH, education, health and social care

Obsah:

- Zdroje dostupné ve VÚBP, v. v. i.
- Dokumenty volně dostupné na Internetu – české
- Dokumenty volně dostupné na Internetu – zahraniční
- Dokumenty bez přístupu k plnému textu

8.1 Zdroje dostupné ve VÚBP, v. v. i.

AHRAM, Tareq; TAIAR, Redha. *Human Interaction, Emerging Technologies and Future Systems V: proceedings of the 5th International Virtual Conference on Human Interaction and Emerging Technologies, IHIET 2021, August 27-29, 2021 and the 6th IHIET: Future Systems (IHIET-FS 2021), October 28-30, 2021, France*. 1st ed. Cham: Springer, 2022. XXIII, 1316 s. ISBN 978-3-030-85540-6.

Tato kniha informuje o výzkumu a vývoji v oblasti interakce mezi člověkem a technologiemi. Zvláštní důraz je kladen na interakci člověk-počítač a její implementaci pro širokou škálu využití, jako je například zdravotnictví, letectví, telekomunikace a vzdělávání. Podrobně jsou analyzovány lidské aspekty. Jádro knihy tvoří aktuální studie o designu zaměřeném na člověka, nositelných technologiích, sociální a afektivní výpočetní technice, simulaci rozšířené, virtuální a smíšené reality, lidské rehabilitaci a biomechanice. Kriticky jsou zkoumány také nové aplikace technologií v podnikání, bezpečnosti a infrastruktuře, čímž je podán aktuální, vědecky podložený, ale také odborně zaměřený přehled současného stavu oboru. V knize jsou shromážděny příspěvky přednesené na 5. ročníku mezinárodní konferenci 5th International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHIET 2021, 27. – 29. srpna 2021) a na 6. ročníku mezinárodní konferenci 6th International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies: Future Systems (IHIET-FS 2021, 28. – 30. října 2021), které se konaly virtuálně z Francie. Sborník nabízí aktuální přehled a prakticky orientovanou referenční příručku pro výzkumníky a odborníky zabývající se designem, systémovým inženýrstvím a řízením technologií a systémů služeb nové generace.

BIMBER, O.; ENCAFNACAO, L. M. Nahtlose Integration von virtueller Realität in gewohnte Arbeitsplätze. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*. 2001, roč. 55, č. 2, s. 103-112.

Za použití virtuální reality a s ní spojené technologie se vyvíjejí počítačem podporovaná prostředí jednoznačně jako hlavní složka budoucích pracovišť. Nápady, technologické koncepce a aktuální výsledky výzkumu, které mají umožnit hladkou integraci do obvyklých pracovišť, a tím přispět k postupné změně těchto prostředí v hightech pracoviště.

- realita virtuální – pracoviště – věda o práci

BUDZISZEWSKI, Paweł …[et al.]. Workstations for people with disabilities: an example of a virtual reality approach. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2016, roč. 22, č. 3, s. 367-373.

Tento článek popisuje způsob přizpůsobení pracovních stanic pro pracovníky s pohybovým postižením pomocí počítačové simulace a techniky využívající virtuální realitu. Pro demonstraci je použita pracovní stanice pro broušení ploch. Ta byla upravena pro dvě osoby se zdravotním postižením horních končetin.

- místa pracovní – adaptace – osoby hendikepované – realita virtuální

BURKHARDT, J. M. Réalité virtuelle et ergonomie: apport réciproques. *Travail Humain*. 2003, roč. 66, s. 65-91.

Článek se zakládá na literárních pramenech a uvádí vzájemné vztahy mezi virtuální realitou a ergonomií. Je připomenut vztah ergonomie ke koncepci virtuálního prostředí a tento vztah je dále diskutován. Vztah virtuální reality k ergonomii se promítá jako pomocná složka při různé činnosti, školení, analýze práce a navrhování nástrojů a nových pracovních situací. V závěru jsou uvedeny perspektivy dalších ergonomických výzkumů v této oblasti.

- realita virtuální – prostředí – ergonomie – školení

CIDLINOVÁ, Anna. Fakta/mýty o využití virtuální a rozšířené reality v praxi. *BOZPinfo.cz* [online]. Praha: VÚBP, 23. 09. 2021 [cit. 2021-10-11]. Dostupný z: https://www.bozpinfo.cz/faktamyty-o-vyuziti-virtualni-rozsirene-reality-v-praxi.

V současnosti jsou termíny virtuální a rozšířená realita (dále jen VR a AR) v široké společnosti velmi známé. Během 4. průmyslové revoluce vznikly různé nástroje, které dokázaly zlepšit situaci ve firmách. V různých průmyslových odvětvích se začaly prosazovat digitalizace, virtualizace, automatizace a mnoho dalších procesů. Jak je na tom v dnešní době VR a AR? Dokážou plně využít svůj potenciál a povznést firmy na vyšší úroveň? Je možné tyto nástroje implementovat na libovolný proces v kterémkoliv průmyslovém odvětví, nebo se jedná pouze o marketingové nástroje? Stejně jako ve známém americkém seriálu Věřte nevěřte se dozvíme odpovědi na konci článku.

- virtualizace – virtuální realita

CIDLINOVÁ, Anna. Jaké benefity může vaší společnosti přinést virtuální realita? *BOZPinfo.cz* [online]. Praha: VÚBP, 07. 10. 2021 [cit. 2021-10-11]. Dostupný z: https://www.bozpinfo.cz/jake-benefity-muze-vasi-spolecnosti-prinest-virtualni-realita.

Virtuální realita (VR) má pro společnosti širokou škálu využití a její osvojení jednotlivými podniky se rychlým tempem zvyšuje. Firmy se snaží navzájem odlišit něčím výjimečným, chtějí naleznout konkurenční výhodu nebo třeba nabízet jejich produkt či službu inovativním řešením. VR nabízí nejenom konkurenční výhodu, ale dají se díky ní efektivněji řešit podnikové procesy nebo představovat produkt zákazníkům úplně novým, jedinečným způsobem.

- virtualizace – virtuální realita

CIDLINOVÁ, Anna. Virtuální realita jako nástroj pro školení a trénink. *BOZPinfo.cz* [online]. Praha: VÚBP, 30. 09. 2021 [cit. 2021-10-11]. Dostupný z: https://www.bozpinfo.cz/virtualni-realita-jako-nastroj-pro-skoleni-trenink.

Druhé desetiletí 21. století se neodmyslitelně nese v duchu digitalizace a optimalizace pracovních procesů. Před několika lety se objevila naprosto zásadní inovace, která splňuje i ty nejpřísnější požadavky zaměstnavatelů – virtuální realita (VR).

- virtualizace – virtuální realita

Des outils plus surs grâce a la simulation 3 D et la réalité virtuelle: nouvelles technologies: dossier. *Travail et Sécurité*. 2007, č. 679, s. 17-24: obr.

Projekt z r. 2002 Virtuální prostředí pro koncepci bezpečných systémů INRS umožňuje lépe vymezit přínos těchto technologií. Číselná simulace lépe přizpůsobuje práci člověku. Virtuální realitu lze využít i v prevenci. Operátoři továrny Continental mají k dispozici simulátor – virtuální nástroj vzdělávání.

- realita virtuální – prostředí virtuální – simulace – simulátory

Ergonomieabsicherung im Fahrzeug mittels Mixed Reality: Beeinflussung der Sitzposition durch die Vorgehensweise bei der Sitzeinstellung. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*. 2008, roč. 62, č. 1, s. 3-14.

Byly prováděny základní výzkumy k procesní integraci virtuální reality (VR) do ergonomického zajištění ve vozidle. K tomu byla srovnávána poloha vsedě v systému VR a v reálném vozidle. Byl zkoumán vliv různých postupů na polohu vsedě, a tím vyvinut postup, s nímž pokusné osoby v tomto systému přes systémové rušivé vlivy zaujaly polohu srovnatelnou s reálným vozidlem.

- realita virtuální – ergonomie – vozidla – polohy vsedě

FANFAROVÁ, Adelaida. Vzdelávanie a výcvik hasičov s využitím simulačných technológií a virtuálnej reality. *Bezpečná práca*. 2018, roč. 49, č. 1, s. 19-22 a 27-30.

Autorka přibližuje možnosti vzdělávání a výcviku hasičů za pomoci simulačních technologií a virtuální reality a uvádí oblasti, v nichž je možné simulaci mimořádných událostí využít. V souvislosti s možnostmi využívání nových vzdělávacích a tréninkových technologií byl na Slovensku uspořádán průzkum zájmu o tyto technologie a metody vzdělávání specifických skupin zaměstnanců. Průzkumu se zúčastnili respondenti z Hasičského a záchranného zboru (SR), vybraných školicích zařízení a univerzit, a z komerční sféry.

- hasiči – výcvik – metody vzdělávací – nástroje vzdělávací – software – pomůcky – realita virtuální – simulace – situace mimořádné

FANFAROVÁ, Adelaida; MARIŠ, Ladislav. Simulačné technológie: prostriedok pre zvýšenie bezpečnosti hasičov. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online], 2016, roč. 9, č. 1-2. Dostupný z: http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-01-02-2016/simulacni-technologie.html. ISSN 1803-3687.

Príspevok je zameraný na oblasť bezpečnosti práce a ochrany zdravia pri práci hasičov a členov Hasičského a záchranného zboru. Pri tomto vnímaní pojmu bezpečnosť uvažujeme nielen o bezpečnosti osôb, ktoré sú zachraňované, ale hlavne o bezpečnosti príslušníkov záchranných zložiek. Bezpečnosť zasahujúcich príslušníkov musí byť prvoradá a nesmie sa za žiadnych okolností podceňovať. Autori príspevku poukazujú na rôzne možnosti využitia simulačných technológií a odporúčajú ich postupné zavádzanie do procesu prípravy a vzdelávania príslušníkov záchranných zložiek ako nový trend pre zlepšenie komplexnej bezpečnosti hasičov.

- bezpečnosť, príprava, hasiči, simulačné technológie, virtuálna realita

GAŠOVÁ, Martina; DULINA, Ľuboslav. Mobilná aplikácia pre skríningové hodnotenie montážnych pracovísk. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online], 2016, roč. 9, speciální č. Bezpečnost práce a kvalita života. Dostupný z: http://www.bozpinfo.cz/josra/mobilna-aplikacia-pre-skriningove-hodnotenie-montaznych-pracovisk. ISSN 1803-3687.

Ideálne – zdravé pracovisko – bez rizika je len teória. Na každom reálnom pracovisku nájdeme menšie či väčšie ergonomické riziká. Väčšinou sú spojené s jeho naprojektovaním, pracovnými podmienkami alebo pracovným procesom. Všetky riziká majú vzájomnú väzbu a rad rôznych faktorov, čo potom následne vytvára zvýšené riziko poškodenia zdravia pracovníkov, a to najčastejšie z dôvodu nefyziologických pracovných polôh, ručnej manipulácie s bremenom, opakovaných cyklických pohybov, a podobne. Sumárne hovoríme o celkovej fyzickej a psychickej záťaži pracovníkov.

- ergonómia, skríningové hodnotenie, mobilná aplikácia, rozšírená realita

GOLDHAHN, Leif; MÜLLER-EPPENDORFER, Katharina. Integrierte Nutzung von Virtual Reality für die Materialbereitstellungsplanung. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*. 2017, roč. 71, č. 4, s. 233-241.

Vzrůstající rozmanitost možností a poptávka po rostoucí flexibilitě vůči zákazníkovi vyžadují na jedné straně cíleně orientované procesy plánování a flexibilní úpravy pracovních systémů na straně druhé. Činnosti, jako je manuální montáž a zásobování materiálem, jsou zaměřeny na uvážení. Nově vyvinutý přístup účinně napomáhá systematickému plánování. Plánovací přístup se skládá ze sedmi kroků a integruje virtuální realitu a také ergonomická hodnocení.

- realita virtuální – plánování – materiály – montáže – ergonomie

GÖRNER, Tomáš …[et al.]. Možnosti ergonomických analýz pracovních poloh s využitím reálného pohybu člověka v digitálním prostředí. *Časopis výzkumu*

***a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2012, roč. 5, č. 3-4. Dostupný z: http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-03-04-2012/ergonomie-totiž-v-digitalnim.html. ISSN 1803-3687.**

Příspěvek je tematicky zaměřen na problematiku hodnocení pracovních poloh člověka při práci za pomoci ergonomických analýz nástrojů digitálního podniku a časovou náročnost při užití těchto nástrojů. Při práci s těmito nástroji je nutné vytvořit digitální model pracoviště. Tento model pracoviště je pak možné za užití digitálního modelu člověka ověřovat pomocí implementovaných ergonomických analýz. Jak jednotlivé postoje, tak celé pohyby při práci. Právě tvorba reálného pohybu je v digitálním světě časově nejnáročnějším úkolem. Cílem tohoto článku je ukázat porovnání klasického modelování pohybu reálného člověka v digitálním modelu oproti zachycení reálného pohybu za užití moderních nástrojů pro snímání pohybu.

- ergonomie, reálný pohyb, zachycení pohybu, digitální prostředí

HIGGINS, Vincet. Augmented & Virtual Reality: The Future of Work, Not Just Play. *Professional Safety*. 2017, vol. 62, č. 6, s. 86-87.

Augmented reality and virtual reality technologies are increasing in popularity. Augmented reality has thrived to date mainly on mobile applications, with games like Pokémon Go or the new Google Maps utility as some of its ambassadors. On the other hand, virtual reality has been popularized mainly thanks to the videogame industry and cheaper devices. However, what was initially a failure in the industrial field is resurfacing in recent years thanks to the technological improvements in devices and processing hardware. In this work, an in-depth study of the different fields in which augmented and virtual reality have been used has been carried out. This study focuses on conducting a thorough scoping review focused on these new technologies, where the evolution of each of them during the last years in the most important categories and in the countries most involved in these technologies will be analyzed. Finally, we will analyze the future trend of these technologies and the areas in which it is necessary to investigate to further integrate these technologies into society.

- **Keywords:** Augmented Reality; Virtual Reality

KOTIANOVÁ, Zuzana; ORAVEC, Milan; GLATZ, Juraj. Rozšírená realita: efektívny nástroj vo výučbe bezpečnosti. *Bezpečná práca*. 2021, roč. 52, č. 2, s. 23-27.

Rozšířená realita je moderní digitální nástroj využívající kombinaci reálného zobrazení a digitální informace ve formě modelu, který vytváří u člověka výsledný vjem. Model může být všechno – od textové zprávy až po složité výsledky výpočtů. Data v podobě informací vložených mezi objekt reálného světa a oko jsou vkládané zařízeními běžného života, jako jsou smartphony, tablety, brýle. Autoři v příspěvku poukazují na to, že rozšířená realita poskytuje pro vzdělávání v oblasti BOZP nové možnosti.

- realita rozšířená – realita virtuální – možnosti – vzdělávání – BOZP

KRSTOVSKI, Saso; RUCHALA, Jake; McGOUGH, Kristi. Using augmented reality to develop a safety culture of engagement. *Professional Safety*. 2021, roč. 66, č. 9, s. 40-42.

Článek popisuje využití prvků rozšířené reality v procesu hodnocení pracovních rizik ve společnosti Ford Motor. Logika a výzkumy ukazují, že více pozorování pomáhá rozvíjet kulturu angažovanosti v oblasti bezpečnosti práce. Při brainstormingu organizace využívá stávající aplikaci pro bezpečnost a ochranu zdraví, která pomáhá řídit revizi kategorizovaných nebezpečí. Replikace stávající aplikace pro průzkum bezpečnosti a ochrany zdraví napříč funkčními uživateli umožňuje zvýšit počet pozorování v celém zařízení. Pomocí aplikace si posuzovatel vybere kategorizované téma k přezkoumání v rámci pracovní zóny. Formulář pro posouzení vede auditora řadou otázek specificky přizpůsobených vstupům, které určují úroveň nebezpečí. Posuzování pracovních zón pomáhá zmírňovat nebezpečí a přechází od reaktivního k proaktivnímu přístupu.

- realita rozšířená – využití – hodnocení rizik – identifikace rizik – BOZP – zóny pracovní – pracoviště

KYSELOVÁ, Lucie. Digitalizace s důrazem na virtuální realitu jako součást vzdělávacích procesů v BOZP. *Bezpečnost a hygiena práce*. 2021, roč. 71, č. 4, s. 9-12.

Článek se věnuje problematice inovací a předpokládanému vývoji v procesu virtuální reality v oblasti vzdělávání na úseku BOZP. Digitalizace, potažmo virtuální realita, na níž je primárně článek cílen, může pomoci při vzdělávání zaměstnanců, jejich zaškolování, zvýšení uplatnitelnosti uchazečů o zaměstnání se zdravotními limity a (při) mnohém dalším.

- digitalizace – realita virtuální – vzdělávání – školení – BOZP

LAGER, Hendrik …[et al.]. Mitarbeiterpartizipation in Zeiten der Digitalisierung mit Building Information Modeling: gute Praxis digitaler Werkerunterstützung bei der Planung von Fabrikarbeitsstationen. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*. 2019, roč. 73, č. 2, s. 229-238.

Vzhledem k diskusi o průmyslu 4.0 a digitalizaci, která je v současné době více zaměřena na technologie, se objevují významné důsledky pro práci. V této souvislosti jsou diskutovány zejména tři vývojové scénáře: zásadní nárůsty automatizace, dalekosáhlé substituční účinky lidské práce a ztráty pracovních míst v důsledku digitalizace jsou valorizační účinky ve formě technologické podpory pro zaměstnance, zvyšování kvalifikace, větší prostor pro rozhodování a akce a stabilní nebo pozitivní dopady na zaměstnanost.

- digitalizace – průmysl 4.0 – participace – místa pracovní – budovy – realita virtuální – modelování

Les promesses de la réalité virtuelle: dossier. *Travail et Sécurité*. 2006, č. 658, s. 29-37.

Význam virtuální reality pro pracovníky prevence rizik a výchovy k bezpečnosti. Předvídání rizik simulací. Dělba práce ve virtuálním světě. Aplikace při výrobě automobilů. Akce INRS. Práce ve 3 rozměrech. Společnost Novalys nabízí podnikatelům vizualizaci činností pro prevenci rizik.

- rizika – prevence rizik – simulace – realita virtuální – výchova k bezpečnosti práce

MORRISON, Kyle W. The safety game: utilizing video game technology in training could improve safety. *Safety and Health*. 2009, roč. 179, č. 3, s. 43-45.

Technologie videoher může být v současné době využita pro školení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Simulace nabízí řadu školicích možností v bezpečnějším prostředí. Školení pomocí videoher může být tím nejlepším způsobem, jak učit mladé pracovníky. Odborníci očekávají v blízké budoucnosti větší využití videoher a virtuální reality pro školení pracovníků.

- školení bezpečnosti práce – vzdělávání – videohry – realita virtuální

NORRIS, Michael W.; SPICER, Kristen; BYRD, Traci. Virtual reality: the new pathways for effective safety training. *Professional Safety*. 2019, roč. 64, č. 6, s. 36-39.

Tento článek vysvětluje pojem virtuální realita. Popisuje využití virtuální reality a její dopad na bezpečnostní školení. Autoři diskutují o výhodách a nevýhodách školení s pomocí virtuální reality a vysvětlují důsledky této technologie pro profesionály v oblasti BOZP.

- školení bezpečnosti práce – vzdělávání – realita virtuální – využití – výhody – nevýhody

NYKÄNEN, Mikko …[et al.]. Implementing and evaluating novel safety training methods for construction sector workers: results of a randomized controlled trial. *Journal of Safety Research*. 2020, vol. 75, s. 205-221.

Stavebnictví je považováno za jedno z nejnebezpečnějších oborů na světě. Přes obecnou shodu, že školení v oblasti bezpečnosti je důležitým faktorem při předcházení nehodám ve stavebnictví, je zapotřebí více studií k identifikaci jeho účinných metod. Aby byla odstraněna současná mezera ve výzkumu, hodnotila tato studie dopad nových, participativních metod školení bezpečnosti na kompetence pracovníků v oblasti bezpečnosti. Konkrétně hodnotili autoři účinnost školicího programu bezpečnosti na využívající virtuální realitu (VR) a participačního výcvikového programu bezpečnosti lidských faktorů (HFST) na pracovištích ve stavebnictví.

- stavebnictví – stavby – bezpečnost práce – faktor lidský – školení – výcvik – vzdělávání – programy vzdělávací – realita virtuální – motivace

PEDRO, Akeem …[et al.]. Development and evaluation of context-based assessment system for visualization-enhanced construction safety education. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2020, roč. 26, č. 4, s. 811-823.

Pracoviště ve stavebnictví patří mezi jedna z nejnebezpečnějších. Výuka bezpečnosti práce je pro podporu absolventů schopných zajistit bezpečné stavební práce zásadní. Současné metody hodnocení studentů v pedagogice však nezjistí, zda mají k dispozici znalosti a dovednosti z oblasti bezpečnosti, které jsou v praxi vyžadovány. Tento článek si klade za cíl vyřešit tento problém navržením kontextově založeného hodnocení žáků pro vzdělávání v oblasti bezpečnosti staveb. Autoři vyvinuli nový systém hodnocení postavený na systému otázek k teorii bezpečnosti se zvýšenou vizualizací, ke scénářům inspekce místa a kontroly bezpečnosti práce. Kognitivní dopad hodnotícího přístupu je zkoumán pomocí indexu úkolů dle NASA a jeho účinnost je ověřována zkouškami pedagogů. Výsledky ukazují, že navrhovaný systém má významný potenciál jako inovativní nástroj pro posuzování výchovy k bezpečnosti.

- stavebnictví – bezpečnost práce – vzdělávání – výuka – realita virtuální – vizualizace – hodnocení – studenti

Práce v digitální budoucnosti: nová studie předvídá budoucí rizika v oblasti BOZP. *BOZPinfo.cz* [online]. Praha: VÚBP, 23. 09. 2021 [cit. 2021-10-11]. Dostupný z: https://www.bozpinfo.cz/prace-v-digitalni-budoucnosti-nova-studie-predvida-budouci-rizika-v-oblasti-bezpecnosti-ochrany.

V nové zprávě agentura EU-OSHA zveřejňuje závěry rozsáhlého dvouletého projektu s cílem předpovědět dopady digitalizace na bezpečnost a ochranu zdraví při práci v EU.

- digitalizace – robotizace – automatizace – nová rizika – technologie – EU OSHA

PRASEK, Jiří; VALA, Jiří; SENČÍK, Josef. Lidské zdroje a technologie v procesu digitální transformace. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2020, roč. 13, č. 2-3. Dostupný z: https://www.bozpinfo.cz/josra/lidske-zdroje-technologie-v-procesu-digitalni-transformace. ISSN 1803-3687.

Digitální transformace společnosti je nutná k přežití v dnešním globalizovaném světě, kde změny jsou často velmi dynamické a lidstvo je průběžně vystaveno různým hrozbám a překážkám, jako jsou například pandemie. Na jedné straně digitální transformace podporuje růst inteligentních měst, pokrok v klinické péči a ovlivňuje mnoho dalších aspektů našeho života. Na druhé straně zde existuje reálné riziko, že dovednosti budou zastaralé rychleji než kdykoli předtím. Mnoho zaměstnanců se proto pochopitelně obává důsledků digitalizace, může mít pocit, že se nedokážou přizpůsobit tomuto novému trendu. To představuje pro moderní lídry mnohé výzvy, a k jejich překonání je zapotřebí nový styl a nová struktura vedení, která pomůže správně řídit lidské zdroje a jejich dovednosti.

- lidské zdroje, dovednosti, digitalizace, digitální transformace, digitální technologie

Prognose und Bewertung der Sicht für mobile Arbeitsmaschinen: Teil 1. *BauPortal*. 2010, roč. 122, č. 9, s. 530-536.

Obsluha těchto strojů získává 90% informací pro jízdu a práci pomocí optického kanálu. Katalog opatření zahrnuje prevenci chování, přísnější směrnice pro typová povolení, moderní metody zkoušek výhledu a nové způsoby konstrukce strojů. Článek přináší informaci o vybraných ergonomických a bezpečnostně technických požadavcích a virtuálních procesech jako základu prognóz výhledu.

- výhled – stroje mobilní – realita virtuální – procesy – požadavky ergonomické

Prognose und Bewertung der Sicht für mobile Arbeitsmaschinen: Teil 2. BauPortal. 2010, roč. 122, č. 10, s. 607-612.

Cílem výzkumu bylo odvodit metody pro analýzu výhledu u virtuálních prototypů strojů s ohledem na dynamické aspekty. K tomu musí být zpracovány prognózy výhledu pomocí virtuálních pracovních postupů. Článek informuje o zjišťování směrů pohledu a držení těla uživatelů v pracovním procesu. Seznamuje s výsledky a hodnocením výzkumu.

- výhled – stroje mobilní – realita virtuální – procesy – aspekty – prototypy – polohy pracovní – prognózy

REJNOCH, Matěj. Virtuální a rozšířená realita zvyšuje konkurenceschopnost. *MM Průmyslové spektrum*. 2020, č. 6-8, s. 82.

Dnes již máme řadu možností, jak můžeme v byznysu prakticky využít virtuální a rozšířenou realitu. A to doslova ve všech dostupných oborech a firemních procesech. Progresivní podniky je používají například pro školení a výcvik zaměstnanců, k simulaci nových výrobních postupů, ke kontrole kvality výroby apod. Ostravská firma Tasty Air, která má dlouholeté zkušenosti z vývoje těchto řešení, se zabývá jejich aplikací a pomáhá firmám při jejich nasazení a využití.

- realita virtuální – využití – vzdělávání – školení – podniky

ROLANDO, John. WIJEKUMAR, Kausalai; BARNES, Rhett. VR training software: research shows strong results for learners. *Professional Safety*. 2018, roč. 63, č. 12, s. 35-38.

Realistický adaptivní interaktivní výukový systém (Realistic Adaptive Interactive Learning System, RAILS) je softwarový učební software založený na hře vyvinutý pro výcvik prvních respondentů. Tento software pomáhá uživatelům naučit se detekovat a zmírňovat výbušniny v systému založeném na scénářích s pomocí virtuálního lektora. Výzkum provedený s různorodou skupinou absolventů ukazuje, že uživatelé RAILS překonali kontrolní skupinu dělající testy.

- vzdělávání – výuka – školení – software – realita virtuální – výbušniny – scénáře

SEKULOVÁ, Kateřina; ŠIMON, Michal. Využití legislativy jako součásti ergonomického nástroje Tecnomatix Jack. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online], 2012, roč. 5, č. 3-4. Dostupný z: https://www.bozpinfo.cz/josra/vyuziti-legislativy-jako-soucasti-ergonomickeho-nastroje-tecnomatix-jack. ISSN 1803-3687.

Článek se zabývá problematikou muskuloskeletálních poruch, které postihují pracovníky v celém světě. V úvodu jsou popsány zásadní globální problémy s vazbou na ergonomii, na což navazuje vysvětlení toho, jak se muskuloskeletální poruchy projevují a co mají za následek. Další část příspěvku se už věnuje tomu, jak je možné využívat informačních technologií, a to zejména simulací, pro hodnocení pracoviště z hlediska ergonomie. Samotný závěr pak popisuje, jak je možné přibližovat reálný svět tomu virtuálnímu ve smyslu začleňování zákonů a nařízení vlády.

- muskuloskeletální poruchy, ergonomie, simulace

THOMPSON, Michael; FALCO, Jenna. Leveraging technology to minimize operational error and hazards: rise of the operator 2.0. *Process Safety Progress*. 2020, roč. 39, č. 1, 5 s.

Žijeme v době, kdy jsou operace a spolehlivost ovlivňovány limity naší vlastní lidskosti. Desetiletí výzkumu v oblasti inženýrství lidských faktorů ukázalo, že často jsme my, lidé, ve skutečnosti nejslabším článkem úspěšného provozu závodu nebo zařízení. Složité systémy

spojené s lidským prvkem vedou k nové třídě problému – sociálně-technickému problému. Naštěstí jsme ověřili technologii, která zmírňuje některé z našich vlastních nedostatků. Použití této technologie může radikálně změnit způsob, jakým pracujeme, a povede k tomu, čemu říkáme operátor 2.0. Představte si automatizované pracovní postupy, které se objevují v pracovním prostředí operátorů, které je vedou prostřednictvím činnosti, okamžitý přístup ke vzdáleným odborným znalostem, které je vedou prostřednictvím řešení problémů odkudkoli na světě, a technologie, která může zkrátit dobu školení operátorů a techniků z let dolů na měsíce.

- operátoři – automatizace – realita virtuální – faktor lidský – technologie nové

TROMMER, Gerd. Elektrický oblouk a svarová housenka ve virtuálním výukovém prostředí. *Technik*. 2010, roč. 18, č. 5, s. 55-57.

Profesionály ve svařovacím oboru charakterizuje suverénní zacházení s jejich pracovním nástrojem. Noví adepti i ti, kteří znovu začínají nebo přecházejí z příbuzného oboru si zručnost při zacházení s hořákem, musejí osvojit během mnoha hodin praktické výuky.

- svařování – svářeči – výuka – trénink – trenažéry – realita virtuální

ULMANOVÁ, Jiřina. Digitální gramotnost a úloha tacitních informací v řízení znalostí v oblasti BOZP. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2017, roč. 10, č. Průmysl 4.0. Dostupný z: http://www.bozpinfo.cz/josra/digitalni-gramotnost-uloha-tacitnich-informaci-v-rizeni-znalosti-v-oblasti-bozp. ISSN 1803-3687.

V návaznosti na tematiku tohoto speciálního čísla se článek zaměřuje na jednu z důležitých kompetencí člověka v éře digitalizace, a to na digitální gramotnost. Digitální gramotnost představuje schopnost člověka používat informační a komunikační technologie k nalezení, vyhodnocení, tvorbě a sdílení informací. Neméně důležité je také sdílení a řízení znalostí (především těch tacitních), které jsou v dnešní době strategickou výhodou každé instituce. Článek se pak blíže věnuje řízení znalostí právě v oblasti BOZP.

- digitální gramotnost, znalosti, tacitní znalosti, znalostní systémy, řízení znalostí, BOZP

VALA, Jiří. BOZP v digitalizovaném světě. *Bezpečnost a hygiena práce*. 2020, roč. 70, č. 2, s. 25-31.

V současné době dochází k dynamickému rozvoji v oblasti digitálních technologií, a na pracovištích se tak často setkáváme s roboty, koboty, monitorovacími technologiemi, inteligentními osobními ochrannými pracovními prostředky, průmyslovými exoskeletony a virtuální a rozšířenou realitou, která je využívána pro školení zaměstnanců. Na jedné straně mohou být tyto technologie člověku velice prospěšné, ovšem na druhé straně sebou přináší i nová rizika pro bezpečnost a ochranu zdraví.

- digitalizace – technologie nové – rizika nová – rizika pracovní – robotizace – inteligence umělá – OOPP – realita virtuální – exoskeletony – bezpečnost – faktor lidský

VALA, Jiří. Digitalizované školení a inteligentní ochrana budoucnosti. *Bezpečnost a hygiena práce*. 2020, roč. 70, č. 9, s. 26-32.

Digitalizace nabízí potenciál pro inovace a dynamický vývoj na pracovišti, ale rovněž představuje nové výzvy. Vývoj v oblasti digitalizace zahrnuje i nové metody vzdělávání a rozvoje zaměstnanců. V oblasti školení můžeme například využít výhod virtuální a rozšířené reality. Ve virtuální realitě může zaměstnanec zažít rychlost šíření požáru, výbuch, vtažení ruky do stroje, poranění oka, když si nenasadí ochranné brýle apod. Virtuální a rozšířená realita ovšem může být i zdrojem rizik, jako je rozptýlení, informační přetížení, dezorientace, nemoc z pohybu a namáhání očí.

- digitalizace – vzdělávání – školení – realita virtuální – rizika

WACLAWIK, Petr. Využití 3D virtuální reality ve výcviku báňských záchranářů v australských černouhelných dolech. *Záchranář*. 2017, roč. 16, č. 10.

Autoři z Ústavu geoniky AV ČR, v. v. i., přibližují systém vzdělávání a školení australských báňských záchranářů za pomoci virtuální reality. Zmiňují výhody a přínos této metody výcviku, která umožňuje simulování mimořádných událostí (důlní požáry, výbuch plynů a uhelného prachu v dole, důlní otřes, průtrže plynu, záchrana pracovníků, aj.) a individuální trénink osob, např. při nácviku použití únikových cest, individuálním řešení krizových situací atp. Uvedeny jsou technické parametry pro využití virtuální reality k výcviku báňských záchranářů i k výcviku všech pracovníků v australském těžebním průmyslu a obsah jednotlivých výukových modulů.

- doly uhelné – hornictví – průmysl báňský – průmysl těžební – záchranáři – výcvik – metody vzdělávací – 3D – realita virtuální – simulace

8.2 Dokumenty volně dostupné na Internetu – české

5 inteligentních technologií, které zvyšují bezpečnost práce dělníků na stavbách. *BOZP.cz* [online]. 9. 9. 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.koordinacebozp.cz/aktuality/inteligentni-technologie-pro-zvyseni-bozp-na-stavenisti/.

Moderní technologický pokrok přinesl změny v různých průmyslových odvětvích. Ani stavebnictví nezůstalo pozadu. V tomto segmentu jsou moderní technologie používány nejen pro stavební práce, ale také pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci stavebních dělníků. Je důležité říci, že bezpečnost na staveništi je něco, o čem většina lidí moc nemluví. Jedná se však o velmi kritické téma, které by nemělo být v žádném případě ignorováno.

BREJLOVÁ, Iva. Čeští lékaři se začínají učit ve virtuální realitě: tuzemský Virtual Lab jim v ní staví JIP. *Euro.cz* [online]. Internet Info, 21. 7. 2021 [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: https://www.euro.cz/tech/cesti-lekari-se-zacinaji-ucit-ve-virtualni-realite-tuzemsky-virtual-lab-jim-v-ni-stavi-jip.

- Českobudějovická firma Virtual Lab připravila virtuální realitu téměř přesně odpovídající prostorám jednotky intenzivní péče. Ukázalo se, že trénovat ve virtuální realitě by mohly jak sestry, tak studenti a začínající lékaři.
- Přístroje ve virtuální JIP už si vyzkoušeli v desítkách nemocnic v Česku i na Slovensku, zájem mají i v zahraničí.

- Dopady virtuální reality na lidi popisuje CEO firmy Leoš Kubíček slovy jako „programování mysli“ nebo rovnou „přeprogramování sebe sama“.

BREJLOVÁ, Iva. Je to na zkoušku, ale vaše tělo vám neuvěří: virtuální realita má šanci usadit se a posunout české zdravotnictví. *CzechCrunch* [online]. 8. 6. 2020 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://cc.cz/je-to-na-zkousku-ale-vase-telo-vam-neuveri-virtualni-realita-ma-sanci-usadit-se-a-posunout-ceske-zdravotnictvi/.

Tělo nepřesvědčíte o tom, že to, co vidíte, není realita. Bez ohledu na to, že vás na nose tlačí těžké brýle a obraz, na který se díváte, je jednoznačně vytvořený v počítači. Takový dopad má virtuální realita na člověka a toho využívá aplikace společnosti Virtual Lab, která chce pomoci českému zdravotnictví připravit se na zátěžové situace a naučit personál nemocnic obsluhovat specializované přístroje.

Budoucnost e-learningu a trendy pro rok 2019. *BOZP.cz* [online]. 14. 1. 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.skolenibozp.cz/aktuality/budoucnost-a-trendy-elearningu/.

Rok 2018 byl pro e-learning z hlediska nových trendů poměrně hektický. Toto odvětví se díky pokrokům v technologickém a kybernetickém průmyslu výrazně změnilo. V oblasti BOZP se na českém trhu nestalo nic výjimečného, snad jen to, že BOZP-TOTIŽ získal několik nových funkcí a skvělé uživatelské hodnocení 9,4 z 10. Jak se ale bude e-learning rozvíjet v roce 2019? Jaké jsou aktuální klíčové trendy? S neustálým vývojem počítačových technologií bude rok 2019 považován za období renesance celého e-learningového průmyslu. Existuje několik trendů, které budou tvořit budoucnost tohoto čím dál více žádaného vzdělávacího systému.

1. Gaming. Hry založené na učení
2. Virtuální, rozšířená a smíšená realita
3. Microlearning
4. Adaptivní učení přejde na další úroveň
5. Učení formou videa

ČEJKOVÁ, Mirka. Virtuální realita proměňuje oblast školení BOZP. *HR News* [online]. 9. 4. 2020 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.hrnews.cz/lidske-zdroje/legislativa-id-2698718/virtualni-realita-promenuje-oblast-skoleni-bozp-id-3918710.

Virtuální realita už dávno není výsadou herního průmyslu, ale proniká do mnoha dalších oborů, jako jsou vzdělávání, sport, lékařství nebo průmysl. Jednou z oblastí, kde nachází čím dál širší uplatnění, je bezpečnost práce.

DE-JUAN-RIPOLL, Carla …[et al.]. Virtual Reality as a New Approach for Risk Taking Assessment. *Frontiers in Psychology* [online]. 2018 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.02532/full.

Understanding how people behave when facing hazardous situations, how intrinsic and extrinsic factors influence the risk taking (RT) decision making process and to what extent it is possible to modify their reactions externally, are questions that have long interested academics and society in general. In the spheres, among others, of Occupational Safety and

Health (OSH), the military, finance and sociology, this topic has multidisciplinary implications because we all constantly face RT situations. Researchers have hitherto assessed RT profiles by conducting questionnaires prior to and after the presentation of stimuli; however, this can lead to the production of biased, non-realistic, RT profiles. This is due to the reflexive nature of choosing an answer in a questionnaire, which is remote from the reactive, emotional and impulsive decision making processes inherent to real, risky situations. One way to address this question is to exploit VR capabilities to generate immersive environments that recreate realistic seeming but simulated hazardous situations. We propose VR as the next-generation tool to study RT processes, taking advantage of the big four families of metrics which can provide objective assessment methods with high ecological validity: the real-world risks approach (high presence VR environments triggering real-world reactions), embodied interactions (more natural interactions eliciting more natural behaviors), stealth assessment (unnoticed real-time assessments offering efficient behavioral metrics) and physiological real-time measurement (physiological signals avoiding subjective bias). Additionally, VR can provide an invaluable tool, after the assessment phase, to train in skills related to RT due to its transferability to real-world situations.

DHALMAHAPATRA, Krantiraditya. On accident causation models, safety training and virtual reality. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* [online]. 2020 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10803548.2020.1766290?needAccess=true.

Inefficiency in real-time visualization and user interaction in traditional accident causation models (ACMs) necessitates the development of a dynamic ACM that can foster real-time hazard identification, accident prevention and interactive safety training. A virtual reality-based accident causation model (VR-ACM) may serve such a purpose. In this study, we performed a comprehensive literature review on different ACMs and safety training practices. The limitations of the existing models and practices are identified. A VR-ACM model is proposed comprising three modules: VR-based modelling and simulation, accident causation and safety training. Several research issues for VR-ACM are highlighted. An experimental study with 22 crane operators is presented, showing the applicability of the proposed model. The proposed VR-ACM serves as a medium for analysis of potential underlying causes of accidents, the three-dimensional perspective of visual analysis, real-time user interactions and real-time judgement and decision-making.

- **Keywords:** hazard identification; virtual reality; virtual prototype; accident causation; safety training

DOČKALOVÁ, Pavla. *Možnosti využití 3D technologií v oblasti bezpečnosti*. Zlín, 2018. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Ústav elektroniky a měření. Vedoucí práce Lukáš, Luděk. Dostupný z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/44253/do%c4%8dkalov%c3%a1_2019_dp.pdf?sequence=6&isAllowed=y.

Diplomová práce popisuje současné možnosti využití 3D technologií v různých oblastech bezpečnosti. Nejprve jsou teoreticky shrnuty dostupné počítačové 3D technologie a tři

související druhy bezpečnosti. Dále jsou přímo specifikovány oblasti využití 3D technologií ve vybraných druzích bezpečnosti a navrženy tři základní úlohy použití, které jsou ve zvolených nástrojích vypracovány. Součástí práce je i zhodnocení vhodnosti nástrojů a 3D technologií k realizaci základních úloh použití.

- **Klíčová slova:** 3D, technologie, bezpečnost, grafika, rendering, 3D model, animace

DOLEŽAL, Jiří. *Využití virtuální reality v bezpečnostních oborech*. Ostrava, 2019. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnostních služeb. 67 stran. Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Šenovský, Ph.D. Dostupný z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/135964/DOL0061_FBI_N3908_3908T005_2019.pdf?sequence=1.

Práce přináší náhled do problematiky využití virtuální reality jako takové. V teoretické části nejprve rozebírá historický vývoj technologií pro virtuální realitu, jejich jednotlivé principy a způsoby využití virtuální reality v praxi. Dále se pak zaměřuje na její využití v bezpečnostně orientovaných oborech, a to zejména využití pro vzdělávání a výcvik bezpečnostních pracovníků. V praktické části rozebírá možné řešení vytváření autentických 3D modelů reálných objektů za účelem vkládání do virtuálního prostředí tréninkových scénářů v rámci programu XVR.

- **Klíčová slova:** Virtuální realita, Imerse, Výcvikový scénář, 3D modely reálných objektů, Fotogrammetrie

DVOŘÁKOVÁ, Kristina. Analýza pracovních úrazů ve společnosti Škoda Auto a.s. Ostrava, 2018. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnosti práce a procesů. Vedoucí diplomové práce: prof. Dr. Ing. Aleš Bernatík. Dostupný z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/128148/DVO0118_FBI_N3908_3908T002_2018.pdf?sequence=1.

Diplomová práce se zabývá rozborem pracovních úrazů ve Škoda Auto a.s. V první části je rozebrána problematika a právní rámec pracovních úrazů. Následně je představena celá společnost s konkrétním rozdělením závodu do úseků a jmenovány zavedené programy týkající se bezpečnosti. Dále je provedena statistika a podrobný rozbor pracovních úrazů. Na základě analýzy jsou stanovena nejrizikovější činnosti pracovišť. V poslední části je přiblížen vývoj BOZP v souvislosti se strategií Průmysl 4.0. a návrhy na zlepšení stavu úrazovosti a snižování rizik.

- **Klíčová slova:** Pracovní úraz; Průmysl 4.0; Bezpečnost a ochrana zdraví při práci; rizikové pracoviště; Automobilový průmysl

FEJFAR, Vítězslav. Pokud se někomu vyloženě nechce zkoušet virtuální realitu, nenutíme ho. *Vše o průmyslu* [online]. Trademedia International, říjen 29, 2019 [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: https://www.vseoprumyslu.cz/digitalizace/virtualni-rozsirena-realita/pokud-se-nekomu-vylozene-nechce-zkouset-virtualni-realitu-nenutime-ho.html.

V ostravské huti LIBERTY OSTRAVA pracuje na 6 500 zaměstnanců. Práce v hutních provozech s sebou nese určitá bezpečnostní rizika, z tohoto důvodu každý zaměstnanec

několikrát ročně absolvuje povinná školení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Aby si zaměstnanci ze školení odnášeli reálnější pocity, začala huť nyní pracovat s virtuální realitou, ve které má pracovník za úkol odhalit bezpečností závady na konkrétním pracovišti a poradit si s nastolenými problémy v reálném čase. O populární novince, která je zatím v podobných provozech v ČR ojedinělá, jsme hovořili s Ing. Tomášem Pětvaldským, vedoucím oddělení B1 – Bezpečnost práce ve společnosti LIBERTY OSTRAVA, a. s.

Firmy sází na virtuální realitu. Využívají ji i při náboru zaměstnanců. *iDnes.cz* [online]. MAFRA, 21. února 2020 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.idnes.cz/ostrava/totiž/virtualni-realita-firma-pohovor-nabor-vyuziti-skoleni.A200221_534585_ostrava-totiž_woj.

Stále častěji se stává, že uchazeč o zaměstnání dostane místo vstupního testu na hlavu brýle. Brýle pro znázornění virtuální reality.

FRIČ, Jan. Virtuální realita vzdělává lékaře a pomáhá i v léčbě samotné. *IT Systems* [online]. 2021, č. 3 cit. 2021-10-13]. Dostupný z: https://www.systemonline.cz/trendy-ict/virtualni-realita-vzdelava-lekare.htm.

Jednou z oblastí, kde virtuální realita boří hranice a mění zavedené postupy je i medicína. Týká se to všech jejích oblastí, jelikož je prospěšná nejen při vzdělávání mediků, ale také v klinické praxi. Představuje nejdokonalejší zobrazovací techniku, která pomáhá lékařům i prostředek, který dokáže připravit pacienta na stresující zákroky či vyšetření. Obzvláště zajímavé je pak její nasazení v psychologii a neurologii, kde je využívána k výzkumu i léčbě nejrůznějších problémů.

GLOSER, Luboš. *Bezpečnost práce na robotizovaném pracovišti s ohledem na Průmysl 4.0*. Ostrava, 2019. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnosti práce a procesů. Vedoucí práce: Ing. Et Ing. Vendula Laciok, Ph.D. Dostupný z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/135998/GLO0027_FBI_N3908_3908T002_2019.pdf?sequence=1.

Diplomová práce je zaměřena na posouzení rizik na robotizovaném pracovišti a zlepšení současného stavu BOZP. Úvodní část práce je věnována historii průmyslu. Ve druhé části je představen Průmysl 4.0 a popsán stav implementace v České republice i ve světě. Třetí část je věnována pracovním úrazům a popisu, jak se vyvíjely od minulosti až po současnost a odhad jejich výskytu v budoucnosti. V praktické části je představeno robotizované pracoviště a popsán robotický systém, na který bylo aplikováno posouzení rizik. Na to navazuje návrh opatření. Poslední část se zabývá diskuzí na téma budoucnost umělé inteligence.

- **Klíčová slova:** Průmysl 4.0, posouzení rizik, robotizované pracoviště

HOFMAN, Vít. Moderní technologie ve světě bezpečnosti. *BOZP Magazín* [online]. Ing. Vít Hofman, 8. 6. 2020 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.bozpforum.cz/2020/06/08/moderni-technologie-ve-svete-bezpecnosti/.

Úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví při práci stále častěji kupředu posouvají moderní technologie, nezřídka kdy vytvořené a navržené ke zcela jinému účelu. Tyto technologie

mohou mít z jedné strany značný pozitivní vliv, ze strany druhé však mohou vytvářet nová, významná rizika. Technologie je potřeba přijmout, porozumět jim, ale současně je respektovat, znát a nepodceňovat jejich negativa. Totiž článek proto popisuje jednotlivé moderní systémy a zařízení, právě z pohledu BOZP.

HRABALOVÁ, Kateřina. *Využitelnost rozšířené reality pro účely bezpečnosti*. Ostrava, 2014. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství. 57 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Šenovský, Ph.D. Dostupný z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/105297/HRA0116_FBI_N3908_3908T007_2014.pdf?sequence=1.

Tato diplomová práce se věnuje problematice rozšířené reality. Cílem práce je zhodnocení stávajícího stavu řešení rozšířené reality a její využitelnost pro účely zvýšení bezpečnosti v podmínkách ČR. Úvodní část charakterizuje pojmy, systémy a zařízení rozšířené reality. Na tuto část navazuje dělení a aplikace využívající platformy rozšířené reality. Závěr práce vyhodnocuje současný stav využitelnosti rozšířené reality pro účely bezpečnosti v České republice a předkládá návrh aplikace zajišťující bezpečnou orientaci uživatele v budově při výpadku elektrického proudu.

- **Klíčová slova:** bezpečnost, rozšířená realita, mobilní zařízení, Android, vnitřní navigace

CHODIL, Tomáš. *Možnosti využití virtuální reality v oblasti BOZP*. Ostrava, 2021. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Bezpečnost práce a procesů Dostupný také z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/143679/CHO0159_FBI_B3908_3908R001_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi využití virtuální reality v oblasti bezpečnosti práce. První část popisuje historii a vývoj virtuální reality. Další část práce je zaměřena na hardware a software virtuální reality, možnosti využití a na rozdíly mezi virtuální a rozšířenou realitou. Poté jsou rozebrány požadavky právních a ostatních předpisů vztahujících se k využívání virtuální reality. Závěrečné kapitoly práce se věnují identifikaci možností využití virtuální reality za účelem prevence nehod a úrazů při práci ve firmě Liberty Ostrava a.s.

- **Klíčová slova:** Virtuální realita, vývojový diagram, BOZP

JARKULIŠ, Vojtěch. *Aplikace rozšířené a virtuální reality v bezpečnostním průmyslu*. Ostrava, 2019. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnostních služeb. Vedoucí práce: doc. Mgr. Ing. Radomír Ščurek, Ph.D. Dostupný z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/135957/JAR0093_FBI_N3908_3908T005_2019.pdf?sequence=1.

Tato diplomová práce se zabývá aplikací rozšířené a virtuální reality v bezpečnostním průmyslu. Teoretická část práce je zaměřena na charakteristiku a analýzu technologií rozšířené a virtuální reality, možnosti využití a obecný právní rámec vztahující se k dané

problematice. Praktická část je zaměřena na analýzu bezpečnostních rizik rozšířené a virtuální reality a návrh aplikace pro účely bezpečnostního průmyslu.

- **Klíčová slova:** rozšířená realita, virtuální realita, bezpečnostní průmysl

JIRAVSKÝ, Otakar …[et al.]. Virtuální realita ve vzdělávání zdravotnických profesionálů v kardiologii na počátku roku 2021. *Cor Vasa* [online]. 2021, č. 63, s. 481-485 [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: http://e-coretvasa.cz/pdfs/cor/2021/04/08.pdf.

Elektronická média přebírají dominantní roli ve vzdělávání, jedné z klíčových odpovědností zdravotnických profesionálů. I profesní vzdělávání dnes využívá webové stránky, blogy, videoblogy a mobilní aplikace. Virtuální zobrazování je další, nově dostupnou technologií. Přináší prožitky podobné realitě, což může být přínosem k zachycení, zpracování, zapamatování a následnému použití informací uživatelem. Navzdory relativně krátké uživatelské dostupnosti virtuálního zobrazování je nyní k využití celá řada hardwarových možností a souběžně i obsahu, který je primárně cílem k vzdělávání zdravotnických profesionálů.

KUBOVÁ, Eva. *Virtuální realita ve vzdělávání*. Zlín, 2021. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta humanitních studií, Ústav pedagogických věd. Vedoucí práce: PhDr. Zuzana Hrnčiříková, Ph.D. Dostupný také z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/46462/kubov%c3%a1_2021_dp.pdf?sequence=-1&isAllowed=y.

Hlavním cílem bakalářské práce je zjistit vnímání, zkušenosti a možnosti využití virtuálních technologií při výuce. Byly stanoveny dílčí cíle vztahující se k využití digitální technologií a dále samotné znalosti, zkušenosti a přínosy virtuální technologie ve výukovém procesu. V teoretické části jsou objasněny základní pojmy virtuální reality a dále je představeno současné využití v celospolečenské praxi. Pomocí dotazníkového šetření mezi žáky střední školy byla zjištěna data vztahující se k využití virtuální reality a digitálním technologiím. Data byla následně analyzována a poskytla podklad pro zhodnocení hlavního cíle a dílčích cílů. Průměrný středoškolský žák využívá chytrý telefon a notebook/stolní počítač. Dvě třetiny žáků vidí zařazení virtuální reality za přínosné v procesu výuky, především pak v praktických předmětech. Zatímco všeobecně teoretické předměty nejsou vnímány jako vhodný příklad pro tento druh technologií.

- **Klíčová slova:** virtuální realita, 3D prostor, digitální technologie, vzdělávání

KUKUTSCH, Radovan; WACLAWIK, Petr. Využití 3D virtuální reality ve výcviku báňských záchranářů v australských černouhelných dolech. *Záchranář* [online]. 3. 10. 2017 [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: https://zachranar.cz/2017/10/vyuziti-3d-virtualni-reality-ve-vycviku-banskych-zachranaru-v-australskych-cernouhelnych-dolech/.

Austrálie se řadí k světovým lídrům v odvětví dobývání nerostných surovin, a to jak v rámci těžby uhlí, tak i těžby rudních a nerudních surovin. V odvětví dobývání nerostných surovin je australské hornictví pojmem. A to jednak z hlediska širokého spektra těžených surovinových druhů, těžených objemů, tak i zavedených technických a inovačních procesů. Tento fenomén se odráží i v báňském záchranářství, kdy se ve velké míře uplatňuje preventivní činnost ve smyslu vyvíjení setrvalého tlaku na snižování úrazovosti v dolech, predikci rizik aj., tak

i v poskytování profesionálních a expertních služeb při zdolávání mimořádných událostí v hlubinných a povrchových dolech. Obraz australského hornictví je výrazně odlišný od obrazu hornictví v Evropě a inovace se tak objevují napříč tímto odvětvím, obor báňského záchranářství nevyjímaje. V této oblasti velkého významu dosahuje i využití Informačních technologií (IT), kdy stěžejním představitelem je využití 3D virtuální reality pro účely výcviku báňských záchranářů, tak i výcviku všech pracovníků v těžebním průmyslu.

KYSELOVÁ, Lucie. *Digitalizace s důrazem na virtuální realitu jako součást vzdělávacích procesů v BOZP* [online]. Wolters Kluwer ČR, c2021 [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: https://www.aspi.cz/products/lawText/7/291209/1/2?vtextu=Covid%2Bcoronavirus%2Bkoronavirus%2B%22SARS%20CoV-2%22%2BSARS-CoV-2%2Bav%C5%A1ak#lema0.

Článek se věnuje problematice inovací a předpokládaného vývoje v procesu virtuální reality v oblasti vzdělávání na úseku BOZP.

MILATOVÁ, Monika. *Návrh laboratoře virtuální reality pro Centrum výzkumu Řež, s. r. o.* Plzeň, 2019. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta Strojní. Vedoucí práce: Ing. Petr Hořejší, Ph.D. Dostupný také z: https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/38084/1/BP_-_Monika_Milatova_2019.pdf.

Tato bakalářská práce se věnuje návrhu laboratoře pro virtuální realitu, která bude sloužit v Centru výzkumu Řež, s.r.o. jako místo pro simulaci prostor jaderné elektrárny ve 3D prostředí. Také bude sloužit zaměstnancům jako místo pro trénink pracovních postupů a měření, které probíhají v prostorách elektráren. Práce obsahuje rešerši o virtuální realitě a jaderné energetice, návrh softwaru a hardwaru, výběr nejlepší varianty a návrh dispozičního rozložení místnosti. Na závěr jsou zhodnoceny přínosy a nevýhody laboratoře.

- virtuální realita, jaderná energetika, návrh laboratoře, HMD, HW, SW

NOVÁK, Adam. Virtuální realita podporuje BOZP. *VirtualJet* [online]. Praha, 10. 5. 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: http://virtualjet.cz/2019/05/10/virtualni-realita-podporuje-bozp/.

BOZP patří mezi nejčastější témata pro vzdělávání zaměstnanců. Možná proto, že školení bezpečnosti práce je zaměstnavatel povinen vykonat s každým nově nastoupeným zaměstnancem. V řadě případů se jedná o formalitu spojenou s relativně jednoduchým testem. Jsou však firmy, kde je BOZP důležitou disciplínou spojenou s řádným zaškolením. Právě zde může virtuální realita zásadně zvýšit účinnost vzdělávání, snížit náklady na opakovanou realizaci a v konečném důsledku snížit počet pracovních úrazů. Virtuální realita oproti klasickým metodám školení bezpečnosti práce a požární ochrany či BOZP online kurzům vykazuje zásadně vyšší zapamatování a zapojuje do výuky díky interaktivitě i pohyb školeného. Navíc správně nastavený kurz ve virtuální realitě zpravidla účastníka i baví, což se o většině BOZP online kurzů říct nedá. Zaměstnanec si navíc může VR kurz spustit sám a opakovaně procházet jednotlivými situacemi.

NOVÁK, Ondřej. Virtuální divadlo, školení soustružníků i trénink vojenských pilotů. Jak se daří českým VR firmám? *Lupa.cz* [online]. Internet Info, 11. 5. 2021 [cit. 2021-01-

28]. Dostupný z: https://www.lupa.cz/clanky/virtualni-divadlo-skoleni-soustruzniku-i-trenink-vojenskych-pilotu-jak-se-dari-ceskym-vr-firmam/.

Virtuální a rozšířená realita se dříve skloňovala hlavně v souvislosti s hraním her nebo možností sledovat videa v rozsahu 360°. Technologický rozvoj ale celému segmentu v posledních letech umožnil nabrat zcela jiný směr a VR/AR brýle si hledají cestu třeba mezi vojenské piloty, fanoušky divadel, do psychoterapie nebo průmyslu. V rychle se rozvíjejícím odvětví se snaží prosadit i řada českých firem. Jejich hardware a aplikace v praxi slouží v celé řadě oborů – od kultury přes armádu až například po sociální služby.

NOVOTNÝ, Radek. Virtuální realita už není jen pro hráče, budoucnost má ve firmách. *Ekonom* [online]. Economia, 27. 5. 2021 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://ekonom.cz/c1-66930380-virtualni-realita-uz-totiž-jen-pro-hrace-budoucnost-ma-ve-firmach.

Firmy stále častěji využívají virtuální realitu pro trénink a školení pracovníků nebo prezentace nových produktů a služeb. Brýle, senzory a další vybavení, které umožní uživatelům pohybovat se ve fiktivním prostředí nebo zdigitalizované iluzi skutečného světa, se dosud prosazovaly zejména v herním průmyslu. V poslední době je však stále častěji využívají i firmy pro trénink a školení pracovníků, vizualizaci nových budov nebo konference a prezentace produktů či služeb. Vývoj virtuální reality zrychluje i díky pandemii koronaviru, kvůli níž se lidé nemohou volně setkávat a cestovat.

Od Průmyslu 4.0 k BOZP 4.0: aby nové technologie byly dobrým sluhou, nikoli zlým pánem. *Happy End* [online]. 23. 04. 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.happyend.cz/blog/od-prumyslu-4-0-k-bozp-4-0-aby-nove-technologie-byly-dobrym-sluhou-nikoli-zlym-panem.

Jak může BOZP přispět k tomu, aby byly moderní technologie dobrým sluhou, nikoli zlým pánem? A jak se dají využít pro bezpečnost práce a ochranu zdraví?

PAVEL, Vojtěch. Využití rozšířené reality pro zvýšení efektivity výcviku strážní služby. Ostrava, 2020. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnostních služeb. Vedoucí práce: doc. Mgr. Ing. Radomír Ščurek, Ph.D. Dostupný také z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/140249/PAV0299_FBI_N3908_3908T005_2020.pdf?sequence=1.

Předmětem diplomové práce je komplexní studie a návrh vlastní aplikace v rozšířené realitě pro strážní službu. Práce v rámci teoretické části zkoumá rozšířenou realitu z technologického a percepčního hlediska. Práce usiluje o vymezení problematiky strážní služby a podmínek pro zisk profesní kvalifikace. V praktické části je vytvořená aplikace testována s podporou dotazníkového šetření.

- **Klíčová slova:** strážní služba, aplikace, rozšířená realita

PLÍHALOVÁ, Markéta. Místo léků 3D brýle: Pomocí virtuální reality se léčí fobie z výšek či pavouků, pomáhají oddálit i nástup demence. *Hospodářské noviny* [online]. 17. 5. 2018 [cit. 2021-10-13]. Dostupný z:

- Virtuální realita už dávno není jen doménou herního průmyslu.
- Speciální brýle a aplikace se začínají šířit do výzkumných ústavů a odtud do ordinací lékařů.
- V simulovaném prostředí lze léčit fobie, trénovat paměť či vzdělávat mediky.

PRUŠKA, Daniel. *Virtuální realita a možnosti jejího využití v podmínkách podniku*. Pardubice, 2020. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Ústav podnikové ekonomiky a managementu. Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Petr, Ph.D. Dostupný také z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/75652/PruskaD_VirtualniRealita_PP_2020.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Tato bakalářská práce s názvem Virtuální realita a možnosti jejího využití v podmínkách podniku se zabývá představením virtuální reality jako poměrně nové moderní technologie. Jsou v ní uvedeny možnosti využití virtuální reality ve vybraných oblastech podniku. Dále oblasti, ve kterých by mohla být virtuální realita využívána v mnohem větším měřítku. Práce obsahuje různé analýzy, porovnání odborných zdrojů a vytvoření vlastních závěrů, které jsou použity především u hardwarových a softwarových prostředků. Výsledkem práce je navržení kombinací všech výše zmíněných záležitostí.

- virtuální realita, podnik, teleprezence, technologie, software, hardware, headset

Rozšířená a virtuální realita mění podobu školení ve výrobě. *Vše o průmyslu: portál pro digitalizovanou výrobu* [online]. Trademedia International, listopad 19, 2018 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.vseoprumyslu.cz/digitalizace/virtualni-rozsirena-realita/rozsirena-a-virtualni-realita-meni-podobu-skoleni-ve-vyrobe.html.

Technologie rozšířené a virtuální reality zvyšují úroveň školicích programů v závodech a doplňují chybějící kvalifikaci prostřednictvím efektivnějšího školení nově přicházející pracovní síly. Školení nových pracovníků je o 30 až 40 % efektivnější a přispívá ke zkracování doby montáže.

Společnost Continental Barum používá virtuální realitu ke školení svých zaměstnanců. *Autoservis: magazín pro autopravárenství a aftermarket* [online]. 25. 6. 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: http://www.autoservismagazin.cz/aktuality/2019-06-25-totiž-continental-barum-pouziva-virtualni-realitu-ke-skoleni-totiž-zamestnancu.

Virtuální realita je definována jako vytváření vizuálního, ale i sluchového, hmatového či jiného zážitku. Ten vyvolává subjektivní dojem skutečnosti pomocí různých zařízení, připojených k výpočetní jednotce, jež realistické vjemy pro uživatele generuje. Technologie virtuální reality vytvářejí iluzi skutečného nebo fiktivního světa a v současnosti již není jen doménou počítačových her. Síla virtuální reality se projevuje například v různých trenažerech. Hodí se zejména k trénování dovedností, u kterých každá chyba může způsobit ztráty lidských životů či vysoké finanční škody.

STEJSKAL, Ondřej. *Rozšířená realita a její využití v současné době*. Brno, 2016. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta, Ústav hudební vědy, Teorie interaktivních médií. Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Staudek, Ph.D. Dostupný

z: https://is.muni.cz/th/x7r8p/MAGISTERSKA_DIPLOMOVA_PRACE_-_STEJSKAL__383921_DOC_final.pdf.

Magisterská diplomová práce je přehledovou studií technologie rozšířené reality a jejího současného využití ve vybraných oborech lidské společnosti. Cílem práce je zasvětit čtenáře do oboru rozšířené reality v celé jeho šíři a podat tak komplexní pohled na tento obor. Práce představí a se syntetizujícím nadhledem zhodnotí využití rozšířené reality ve vybraných oborech a dále předloží výsledky výzkumu, v jakém stavu se tato technologie aktuálně nachází. Práce je rozdělena na 3 hlavní části. Teoretická část popisuje rozšířenou realitu z nejrůznějších úhlů pohledu a snaží se podat komplexní pohled na tuto technologii. Teoretická část práce je dobrým základem pro široké zaměření praktické části. V praktické části jsou popsány a analyzovány všechny obory, ve kterých se rozšířená realita nějakým způsobem vyskytuje. Na konci každé kapitoly je diskuze, která odpovídá na předem dané otázky analýzy a je autorovou osobní zpovědí o myšlenkách a názorech k danému oboru. Poslední částí práce je závěrečná diskuze. Pomocí syntézy jednotlivých poznatků jsou předloženy závěry, díky kterým je možné odpovědět na výzkumné otázky. Postupně jsou v práci splněny všechny dané cíle a práce tak může poskytnout dobrý základ pro další výzkum v oboru.

Studentům zdravotnických škol pomůže s výukou lidské anatomie virtuální realita. *Technický týdeník* [online]. Business Media CZ, 2. říjen 2018 [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/totiž-zpravodajstvi/studentum-zdravotnickych-skol-pomuze-s-vyukou-lidske-anatomie-virtualni-realita_45188.html.

Studenti dvou středních zdravotnických škol budou mít od letošního školního roku možná nové nejoblíbenější předměty – anatomii a fyziologii. A to díky učebnám se speciálním vybavením, které usnadní a zezábavní žákům studium lidského těla. Učebny ve Střední zdravotnické a Vyšší odborné škole zdravotnické Mladá Boleslav a ve Střední zdravotnické škole Šumperk vybavila společnost Samsung 16 sety na virtuální realitu, dotykovou interaktivní obrazovkou a zařízením Google Chromecast, které učitelům umožní zrcadlit právě probírané učivo z virtuální reality na obrazovku. Jeden set se skládá z chytrého telefonu Samsung Galaxy S8, brýlí na virtuální realitu Samsung Gear VR a aplikace VAU Virtuální anatomická učebna. Unikátní projekt finančně podpořil také provozovatel sítě nemocnic Penta Hospitals CZ.

SÝKOROVÁ, Lucie. *Využití virtuální reality ve vzdělávání dospělých*. Praha, 2020. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Filozofická fakulta, Katedra andragogiky a personálního řízení. Vedoucí práce: Kocianová, Renata. Dostupný také z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/122857/120372297.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Diplomová práce se zabývá využitím virtuální reality ve vzdělávání dospělých. Virtuální realita je novou technologií, která může své uplatnění nalézt v mnoha oblastech, mimo jiné i ve vzdělávání dospělých. Kvůli nejednoznačnosti pojmu a ukotvení je nejprve virtuální realita definována, charakterizována a jsou popsány hlavní funkce virtuální reality. Hlavními teoretickými východisky práce jsou dosavadní poznatky o využití virtuální reality. Dále se práce zaměřuje na aplikaci těchto poznatků na vzdělávání dospělých. Virtuální realita

nemůže být považována za dokonalý nástroj ve všech vzdělávacích situacích, pozornost je proto věnována výhodám a limitům jejího využívání ve vzdělávání dospělých. Součástí práce je kvantitativní empirické šetření zaměřené na zjištění míry využívání virtuální reality u lektorů působících ve vzdělávání dospělých a možnost jejího využívání v budoucnosti.

- formy a metody vzdělávání dospělých, virtuální realita, ICT ve vzdělávání dospělých, využití virtuální reality, virtuální vzdělávání

ŠAFÁŘOVÁ, Kristýna. Virtuální realita léčí, může pomáhat hendikepovaným či lidem s fobií. *EkonTech.cz: časopis pro studenty techniky a ekonomie* [online]. 13. 11. 2018 [cit. 2021-10-13]. Dostupný z: https://www.ekontech.cz/clanek/virtualni-realita-leci-muze-pomahat-hendikepovanym-ci-lidem-fobii.

VR je dnes pojem rozšířený mezi širokou veřejností, většinou však spíše v souvislosti se zábavním průmyslem. Virtuální prostředí má však větší potenciál – mimo využití v architektuře, vzdělávání, armádě či kosmonautice má slibné výsledky také ve zdravotnictví.

***Školení BOZP a PO ve virtuální realitě* [online]. VR Education, c2021 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://vreducation.cz/skoleni-bozp-a-po-ve-virtualni-realite/.**

Výhody využití VR pro školení BOZP a PO. Interaktivita jako nástroj pro skutečný trénink s větší efektivitou.

TAHADLO, Martin. *Trénink zaměstnanců kvality s využitím virtuální reality*. Liberec, 2019. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, Ekonomická fakulta. Vedoucí práce: doc. Ing. Klára Antlová, Ph.D. Vedoucí práce: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/152760/BP_Martin_TahadloTrenink_zamestnancu_kvality_s_vyuzitim_virtualni_reality.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na problematiku virtuální reality a jejího využití v oblasti školení. Práce je rešeršního charakteru a obsahuje základní informace k problematice virtuální reality. Součástí práce je samotný popis virtuální reality, historie virtuální reality, různá zařízení pro vstup do virtuální reality nebo například formy jejího využití v různých odvětvích. Dále jsou v práci uvedeny základní informace o vzdělávání zaměstnanců a kvality. Hlavní část práce je věnována návrhu školení pro zaměstnance výstupní kontroly kvality vozu s použitím virtuální reality. Závěrem je uvedeno několik přínosů, které by navrhované školení přineslo.

- **Klíčová slova:** virtuální realita, aplikace, imerze, školení zaměstnanců, kvalita, výstupní kontrola

VANCL, David. *Analýza rizik na pracovištích s vysokým podílem robotické práce a návrh opatření pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví osob na těchto pracovištích*. Praha, 2020. Bakalářská práce. Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut – AMBIS, Bezpečnostní management v regionech. Vedoucí práce: Ing. Magdaléna Náplavová, Ph.D. Dostupný z: https://is.ambis.cz/th/mco7j/David_Vancl.pdf.

Bakalářská práce je standardně členěna do dvou částí – teoretické a praktické. V teoretické části je pozornost věnována stávajícímu pojetí BOZP z pohledu platné legislativy a obecně

uznávaných přístupů v prevenci rizik. V dalších kapitolách se práce zaměřuje na problematiku digitalizace/robotizace pracovišť s ohledem na pracovní podmínky. V praktické části je provedena analýza vybraného referenčního pracoviště, na kterém digitalizace již proběhla s cílem odhalit, jakým způsobem se tato změna promítla do pracovních podmínek a do vnímání rizik ze strany zaměstnanců. Bádání bylo založeno na ověření, případně vyvrácení dvou základních hypotéz. Výstupem analýzy je diskuse zahrnující komentář zaměřený na to, jak se pracovní podmínky v daném podniku změnily, a zejména jak tyto změny vnímají zaměstnanci, resp. Management.

- **Klíčová slova:** Automatizace, BOZP, digitalizace, prevence rizik, průmysl 4., robotizace.

Virtuální realita přiblíží práci elektromontérů a zvýší bezpečnost práce. *Technický týdeník* [online]. Praha: Business Media CZ, 19. únor 2021 [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/totiž-zpravodajstvi/virtualni-realita-priblizi-praci-elektromonteru-a-zvysi-bezpecnost-totiž_52439.html.

Výměna nízkonapěťových pojistek je pro montéry distribuční energetické společnosti EG.D téměř každodenní činností. Přesto při ní může dojít k fatálním následkům, zejména nevhodnou manipulací nebo špatným použitím ochranných pomůcek. Správný postup si mohou nově vyzkoušet ve virtuálním prostředí.

***Virtuální realita v neurovědách* [online]. Klecany: Národní ústav duševního zdraví [cit. 2021-10-12]. Dostupný z:** http://brainvr.cz/.

Tato skupina působí v Národním ústavu duševního zdraví (NUDZ) v Klecanech v rámci výzkumného programu VP3- Aplikované neurovědy a zobrazení mozku. Studie se orientují zejména na využití virtuálních technologií v neurobiologickém výzkumu. Cílem je vytvoření metod, které se pak uplatňují jednak v diagnostice a remediaci kognitivního deficitu u neuropsychiatrických poruch (např. schizofrenie a OCD) anebo v základním výzkumu zaměřeném na využití zobrazovacích metod (fMRI).

Využití virtuální reality v zemědělství. *Permalot.org* [online] [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: https://permalot.org/vyuziti-virtualni-reality-v-zemedelstvi/.

Virtuální realita není žádnou horkou novinkou s nádechem neznámé technologie z budoucnosti. Technologie zobrazující simulované prostředí s vysokou mírou interakce přešla do povědomí zejména díky počítačovým hrám – v žádném případě se však na tuto oblast neomezuje. Potenciál jejího využití je obrovský a své uplatnění najde v dalších odvětvích jako lékařství, armáda, sport nebo architektura. Jedním z mnoha oborů, do kterého prvky VR pronikly je také zemědělství. Pojďme se společně podívat, jak se VR podílí na modernizaci zemědělství.

***Využití VR ve výrobním závodě* [online]. VR APPS, c2021 [cit. 2021-10-12]. Dostupný z: https://www.vrapps.cz/vyuziti/vyrobni-totiž.**

Virtuální realita – to nejsou jen hry a zábava. V rámci virtuálních aplikací lze tvořit přesné digitální obrazy skutečných prostředí, a to jak existujících, tak připravovaných. Takováto digitální dvojčata reálného světa zanesená do VR prostoru umožňují velmi rychlý a efektivní způsob simulace a optimalizace procesů, levného prototypování nových produktů, tvorby

pozičně i obecně zaměřených výukových a školících materiálů, postupů práce, i jako zdroj materiálů pro snadno pochopitelnou vizualizaci a propracovaně vypadající prezentaci výrobků a výrobního závodu společnosti.

8.3 Dokumenty volně dostupné na Internetu – zahraniční

FARGNOLI, Mario; LOMBARDI, Mara. Building Information Modelling (BIM) to Enhance Occupational Safety in Construction Activities: Research Trends Emerging from One Decade of Studies. *Buildings* [online]. 2020, vol. 10, no. 6 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.mdpi.com/2075-5309/10/6/98/pdf.

In recent years, the use of new technologies is rapidly transforming the way working activities are managed and carried out. In the construction industry, in particular, the use of Building Information Modelling (BIM) is ever increasing as a means to improve the performances of numerous activities. In such a context, several studies have proposed BIM as a key process to augment occupational safety effectively, considering that the construction industry still remains one of the most hazardous working sectors. The purpose of the present study is to investigate the recent research addressing the use of BIM to improve construction safety. A systematic review was performed considering journal papers that appeared in literature in the last decade. The results showed that the most viable and promising research directions concern knowledge-based solutions, design for safety improvement through BIM solutions, transversal applications of BIM, and dynamic visualization and feedback. The findings of this study also indicated that more practical BIM applications are needed, especially focusing on safety training and education, the use of BIM to augment safety climate and resilience, and the development of quantitative risk analysis to better support safety management. Overall, the study provided a comprehensive research synthesis augmenting knowledge on the role of BIM-based tools in construction safety, which can be considered a reference framework to enhance workers' safety by means of these new technologies.

- **Keywords:** construction activities; building information modelling (BIM); occupational health and safety (OHS); safety management; research synthesis; systematic literature review; industry 4.0; safety resilience; safety climate

FERGUSON, Alan. Virtual reality and safety training. *Safety and Health* [online]. February 23, 2020 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/19440-virtual-reality-and-safety-training.

Some of the current uses of VR in safety include hazard recognition, emergency situations and fall protection training. "Simulator sickness" and colliding with objects are among the hazards of using VR. Some experts recommend using VR as a means to augment other kinds of training, and typically in short durations, with sessions lasting no more than 20 minutes.

FILIGENZI, Marc T.; ORR, Timothy J.; RUFF,Todd M. Virtual Reality for Mine Safety Training. Applied Occupational and Environmental Hygiene [online]. 2000, vol. 15, no.

6, s. 465–469 [cit. 2021-10-13]. Dostupný z: https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/104732200301232.

Mining has long remained one of America's most hazardous occupations. Researchers believe that by developing realistic, affordable VR training software, miners will be able to receive accurate training in hazard recognition and avoidance. In addition, the VR software will allow miners to follow mine evacuation routes and safe procedures without exposing themselves to danger. This VR software may ultimately be tailored to provide training in other industries, such as the construction, agricultural, and petroleum industries.

FLEMING, Michael …[et al.]. Virtual Reality Skills Training for Health Care Professionals in Alcohol Screening and Brief Intervention. *The Journal of the American Board of Family Medicine* [online]. July 2009, vol. 22, no. 4, s. 387-398 [cit. 2021-10-13]. Dostupný z: https://www.jabfm.org/content/jabfp/22/4/387.full.pdf.

Background: Educating physicians and other health care professionals about the identification and treatment of patients who drink more than recommended limits is an ongoing challenge.

Methods: An educational randomized controlled trial was conducted to test the ability of a standalone training simulation to improve the clinical skills of health care professionals in alcohol screening and intervention. The "virtual reality simulation" combined video, voice recognition, and nonbranching logic to create an interactive environment that allowed trainees to encounter complex social cues and realistic interpersonal exchanges. The simulation included 707 questions and statements and 1207 simulated patient responses.

Results: A sample of 102 health care professionals (10 physicians; 30 physician assistants or nurse practitioners; 36 medical students; 26 pharmacy, physican assistant, or nurse practitioner students) were randomly assigned to a no training group (n = 51) or a computer-based virtual reality intervention (n = 51). Professionals in both groups had similar pretest standardized patient alcohol screening skill scores: 53.2 (experimental) vs 54.4 (controls), 52.2 vs 53.7 alcohol brief intervention skills, and 42.9 vs 43.5 alcohol referral skills. After repeated practice with the simulation there were significant increases in the scores of the experimental group at 6 months after randomization compared with the control group for the screening (67.7 vs 58.1; P < .001) and brief intervention (58.3 vs 51.6; P < .04) scenarios.

Conclusions: The technology tested in this trial is the first virtual reality simulation to demonstratean increase in the alcohol screening and brief intervention skills of health care professionals.

How virtual reality is keeping us safe. *SHP Safety and Health Practitioner* [online]. December 17, 2018 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.shponline.co.uk/technology/how-virtual-reality-is-keeping-us-safe/.

Until the last few years, the words 'virtual reality' used bring to mind computer games and amusement park rides. It was a technology commonly associated with novelty use, but VR is now being introduced to a range of new applications – and it's making waves in everything from medicine to health and safety.

Improving Occupational Safety & Health in European SMEs with help of simulatION and Virtual Reality [projekt]. *CORDIS* [online]. 2011-2014 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://cordis.europa.eu/project/id/243481/reporting/fr.

Every year 5,720 people die in the European Union as a consequence of work-related accidents, according to EUROSTAT figures. The International Labour Organisation estimates that 159,500 workers additionally die each year from occupational diseases in the EU. Taking both figures into consideration, it is estimated that every three-and-a-half minutes somebody in the EU dies from work-related causes and that every four-and-a-half seconds an EU worker is involved in an accident that forces him/her to stay at home for at least three working days. The FP7 Research for the Benefit of SME's IMOSHION 'Improving Occupational Safety & Health in European SMEs with help of simulatION and Virtual Reality' project aimed to improve the application of OSH regulations in European SMEs by providing low cost and easy to use tools addressing OSH concerns in manufacturing sectors. The current situation in relation to OSH is that all SMEs in Europe have to obey the national derivatives of the European Framework Directive (89/391/EEG) and its underlying twenty-three guidelines. As there are many more rules to follow, this is felt by many SMEs to be a huge administrative burden. One obligation according to the European Directive is the risk inventory that the companies should perform. For the SMEs this is a recurrent, time-consuming and complex procedure leading only to the definition of risks, while finding concrete measures to eliminate these risks requires another time-consuming search process. The main objective of IMOSHION was to stimulate awareness of OSH issues in European SMEs and to support SMEs in their adherence of OSH through training, operation, planning and the design of workplaces. The project results provide low-cost and easy-to-use tools specifically designed for and with SMEs to help them manage OSH issues and provide long-term support for their businesses.

JOSHI, Sayali …[et al.]. Implementing Virtual Reality technology for safety training in the precast: prestressed concrete industry. *Applied Ergonomics* [online]. January 2021, Vol. 90 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0003687020302349?token=DF297F268DF96EBB74C23F4C0954F352D6ACFF67B94EEFEAE3F7DD1CE4C6A5351DADCA3DD629B3F2EAD2616712779BF6.

Thousands of people work in the precast/pre-stressed concrete industry every day. Due to the design of the precast/prestressed concrete product itself and the processes required for its production, employees are occasionally exposed to hazards. The industry recognizes this and devotes a significant amount of time and investment to mitigate these hazards and protect employees from harm. It is essential for employees to go through appropriate safety training before starting work in the plant. Practical safety training should be cost-effective, and performance guaranteed, and traditional training procedures include paper-based safety guidelines, lectures, videos, and on-site training. Virtual Reality (VR) provides an innovative approach for safety training as it could offer situational training with negligible risk and at a low cost. In this paper, a VR training module is developed to deliver safety training in a cost-effective yet repeatable manner, aiming to reduce common plant injuries. The module is developed using Unity3D and Visual Studio joint platforms and can be interfaced with using

the Oculus Rift/Oculus S. The module addresses three major safety concerns in the plant: personal protective equipment (PPE), the tensioning of strand (the stressing process), and suspended loads. Efficacy and effectiveness analyses were conducted to evaluate the performance of the proposed VR module. The efficacy analysis was based on simulation sickness, user experience, and system usability. This analysis showed that the developed VR module is a user-friendly simulator with minimal simulation sickness. More than 50% of the participants reported no indications of simulation sickness. In addition, an effectiveness analysis was performed based upon a comparative study of this VR training method and the traditional video-based training method. This analysis indicated that VR training is more engaged and provides a better understanding of safety protocols and real-life experience of the precast/prestressed concrete plant.

JUAN-RIPOLL, Carla de …[et al.]. Virtual Reality as a New Approach for Risk Taking Assessment. *Frontiers in Psychology* [online]. 12 December 2018 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.02532/full.

Understanding how people behave when facing hazardous situations, how intrinsic and extrinsic factors influence the risk taking (RT) decision making process and to what extent it is possible to modify their reactions externally, are questions that have long interested academics and society in general. In the spheres, among others, of Occupational Safety and Health (OSH), the military, finance and sociology, this topic has multidisciplinary implications because we all constantly face RT situations. Researchers have hitherto assessed RT profiles by conducting questionnaires prior to and after the presentation of stimuli; however, this can lead to the production of biased, non-realistic, RT profiles. This is due to the reflexive nature of choosing an answer in a questionnaire, which is remote from the reactive, emotional and impulsive decision making processes inherent to real, risky situations. One way to address this question is to exploit VR capabilities to generate immersive environments that recreate realistic seeming but simulated hazardous situations. We propose VR as the next-generation tool to study RT processes, taking advantage of the big four families of metrics which can provide objective assessment methods with high ecological validity: the real-world risks approach (high presence VR environments triggering real-world reactions), embodied interactions (more natural interactions eliciting more natural behaviors), stealth assessment (unnoticed real-time assessments offering efficient behavioral metrics) and physiological real-time measurement (physiological signals avoiding subjective bias). Additionally, VR can provide an invaluable tool, after the assessment phase, to train in skills related to RT due to its transferability to real-world situations.

KARVOUNIARI, Anna …[et al.]. An approach for exoskeleton integration in manufacturing lines using Virtual Reality techniques. *Procedia CIRP* [online]. 2018, Vol. 78, s. 103-108 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212827118312289?token=1DE1853E2B283A4A75BCBE2C1F70CA224758DC1567F86964E465F6EDF816EA751DFFE8FC9BA74B05585EB87DB484B7CD.

Exoskeleton technologies bring new capabilities and improve endurance and safety in industrial settings. They are designed to increase in industrial productivity and can prevent common workplace injuries. Although they are not a new concept, the integration of

exoskeletons in plants is not a trivial matter. Combining wearable robotics with Virtual Reality holds great promise for industrial applications. We propose a VR-based decision tool for the exoskeleton integration in industrial lines that will aid in the identification of the optimal areas and tasks for application, the fine tuning of the active elements of the exoskeleton based on simulation results and the effective and safe training of workers into the correct use of different exoskeletons.

- **Keywords:** exoskeleton, Virtual Reality, wearable robotics, manufacturing

KIZIL, M. S.; KERRIDGE, A. P.; HANCOCK, M. G. *Use of virtual reality in mining education and training* [online] [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.617.8896&rep=rep1&type=pdf.

Education and training are of great importance to the Mining Industry in improving safety and productivity. Although there is no substitute for real life training, more and more people are using software and hardware technologies to shorten training times, improve training effectiveness and to reduce the cost of education. Virtual Reality (VR) is an evolving technology, which has the potential to revolutionise education and training in the mining industry.
This paper describes the development of a number of VR applications for mining education and training, including virtual mining method teaching modules, drill rig and Instron UCS rock testing simulations and a VR ventilation simulation of the University of Queensland Experimental Mine (UQEM). These simulations provide the user/student with the opportunity to navigate around virtual models, to carry out hazard identification inspections and to conduct a number of rock property tests in an interactive manner. These simulations make use of realistic 3D graphics and sound to create an engaging and realistic learning experience for the student.

KRAAIJENBRINK, Sander. Improving occupational safety with virtual reality. *LinkedIn* [online]. July 30, 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.linkedin.com/pulse/improving-occupational-safety-virtual-reality-sander-kraaijenbrink.

One of the most critical factors that ought to be considered in any work setting is the safety of the employees. Some working environments such as construction sites are inherently prone to dangerous situations. After all, individuals with jobs in the construction sector are mostly moving heavy loads, dealing with potentially dangerous machinery, handling rough materials, and working at heights.

LAWSON, Glyn …[et al.]. *Immersive virtual worlds: Multi-sensory virtual environments for health and safety training:research report* [online]. Wigston: Institution of Occupational Safety and Health [cit. 2021-10-18]. 145 s. Dostupný z: https://iosh.com/media/5812/ps0945-immersive-virtual-worlds-full-report_v2.pdf.

Virtual environments (VEs) offer potential benefits to health and safety training: exposure to dangerous (virtual) environments; the opportunity for experiential learning; and a high level of control over the training, in that aspects can be repeated or reviewed based on the trainee's

performance. However, VEs are typically presented as audiovisual (AV) systems, whereas engagement of other senses could increase the immersion in the virtual experience. Moreover, other senses play a key role in certain health and safety contexts, for example the feel of heat and smell in a fire or smell in a fuel leak. A multisensory (MS) VE was developed, which provided simulated heat and smell in accordance with events in a virtual world. As users approached a virtual fire, they felt heat from three 2 kW heaters and smelled smoke from a scent diffuser. Behaviours in the MS VE demonstrated higher validity than those in a comparable AV VE, which ratings and verbatim responses indicated was down to a greater belief that participants were in a real fire. However, a study of the effectiveness of the MS VE as a training tool demonstrated that it did not offer benefits over AV as measured by a written knowledge test and subjective ratings of engagement, attitude towards health and safety and desire to repeat. However, the study found further evidence for the use of AV VEs in health and safety training, particularly as the subjective ratings were generally better than for PowerPoint based training. Despite the lack of evidence for MS simulation on traditional measures of training, the different attitudes and experiences of users suggest that it may have value as a system for changing trainees' attitudes towards their personal safety and awareness. This view was supported by feedback from industrial partners.

LE, Quang Tuan …[et al.]. A Framework for Using Mobile Based Virtual Reality and Augmented Reality for Experiential Construction Safety Education. *International Journal of Engineering Education* [online]. 2015, Vol. 31, No. 3, s. 713–725 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.researchgate.net/profile/Chansik_Park3/publication/276025929_A_Framework_for_Using_Mobile_Based_Virtual_Reality_and_Augmented_Reality_for_Experiential_Construction_Safety_Education/links/554e218708ae93634ec70057.pdf.

Due to the complex working environment, construction site still presents high accident rate, causing serious project delays and cost overruns. Safety education is important in promoting a safe and healthy working environment in construction; however current pedagogical methods and tools at the tertiary level are unable to provide students with realistic and practical safety experiences. This study proposes a framework for using mobile based Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) for experiential construction safety education. The framework consists of the following three modules: Safety Knowledge Dissemination (SKD), Safety Knowledge Reflection (SKR), and Safety Knowledge Assessment (SKA). The system prototype was developed and evaluated with case studies to identify the totiž's benefits and limitations. The results concluded that using mobile based VR+AR would improve construction safety & health effectively.

- **Keywords:** mobile computing; construction safety; virtual reality; augmented reality; experiential learning; safety education

LIANG, Zhipeng; ZHOU, Keping; GAO, Kaixin. Development of Virtual Reality Serious Game for Underground Rock-Related Hazards Safety Training. *IEEE Access*. 2019, Vol. 7 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8795446.

Traditional safety training media to transfer safety knowledge specific to the rock-related hazards in underground mines are mainly video or manuals, which are inefficient and bring a poor training experience. In this paper, we designed and developed a serious game based on virtual reality (VR) technology in order to efficiently transfer safety knowledge and enable enhanced interactive safety training. For different training purposes and users, we designed two modes, one for professional scaling training suitable for novice scalers, the other for rock-related hazards perception training suitable for other miners. Our game is built based on game engine-Unity3D and equipped with HTC VIVE to improve immersion. The game pipeline is to have trainees basically understand safety knowledge through guided interaction and then make a self-adaptive practice to fully master it. We evaluated the effectiveness of our game, and the results of the comparative experiment show that our game is more efficient than the instructional video in both training modes. The application of our game is proven to have the potential to change the safety situation of underground mines and evaluate the level of safety awareness and risk aversion of the miners in the future.

LU, X.; DAVIS, S. How sounds influence user safety decisions in a virtual construction simulator. *Safety Science*. 2016, vol. 86, p. 184–194.

The construction industry is well known as generating a high level of noise. Research has been done on the harm that construction noise has on people's health. However, apart from health issues, the effect that construction sounds have on safety issues such as workers' safety decisions is unknown. In this study, a virtual construction simulator has been employed to investigate the effect sound has on people's safety decisions. It is found that the addition of background sound to a high fidelity virtual reality simulator enhances people's sense of presence by creating a high level of normality. More people make safe decisions when background sound is present in the virtual construction simulator, and salient sound is helpful in recognizing the related risks. Safe behaviors learnt in a virtual construction environment can effectively reduce unsafe behaviors in a corresponding physical environment.

- Construction sound, Virtual reality simulator, Workplace safety decision

MALLET, L.; UNGER, R. Virtual Reality in Mine Training [online]. In: *2007 SME Annual Meeting and Exhibit, February 25-28, Denver Colorado*. Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2007 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://stacks.cdc.gov/view/cdc/9291.

The use of virtual reality (VR) technologies to train miners is an evolving area in research and development. In July 2006, representatives of 14 international organizations met to discuss current VR-related efforts and explore ways to employ VR in the future. This paper gives an overview of the various approaches presented at the meeting and discusses directions for future implementation. An example of a training package that teaches mine map-reading skills is presented. The meeting was the first step to building collaborations for furthering VR applications for mining. Planning has begun for a 2008 meeting open to broader participation. Disclaimer: The findings and conclusions in this report are those of the authors and do not necessarily represent the views of the National Institute for Occupational Safety and Health.

MOORE, Frank H.; GHEISARI, Masoud. A Review of Virtual and Mixed Reality Applications in Construction Safety Literature. *Safety* [online]. 2019, vol. 51, no. 3 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.mdpi.com/2313-576X/5/3/51/pdf.

Over the last decade, researchers have used virtual- and mixed-reality (VR-MR) techniques for various safety-related applications such as training, hazard monitoring, and preconstruction planning. This paper reviews the recent trends in virtual- and mixed-reality applications in construction safety, explicitly focusing on virtual-reality and mixed-reality techniques as the two major types of computer-generated simulated experiences. Following a systematic literature assessment methodology, this study summarizes the results of articles that have been published over the last decade and illustrates the research trends of virtual- and mixed-reality applications in construction safety while focusing on the technological components of individual studies.

- **Keywords:** construction safety; virtual reality (VR); mixed reality (MR); augmented reality (AR); augmented virtuality (AV)

O´BRIEN, Dan. Enhancing Corporate Safety Training with Virtual Reality. *EHS Daily Advisor* [online]. Oct 25, 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://ehsdailyadvisor.blr.com/2019/10/enhancing-corporate-safety-training-with-virtual-reality/.

Electrical accidents are considered among the deadliest workplace accidents, with 1 out of 10 resulting in a fatality, according to the Occupational Safety and Health Administration (OSHA). In fact, only 1/10 of an amp is all it takes to stop a human heart. Despite this, company safety training courses are traditionally delivered in nonengaging ways, such as via individual Web-based trainings or classroom-style presentations, often proving ineffective. Today, however, new advancements in technology are changing this and the entire face of corporate training programs.

O'CONNOR, S. Virtual Reality and Avatars in Health care. *Clinical Nursing Research* [online]. 2019, vol. 28, no. 5, s. 523-528 [cit. 2021-10-13]. Dostupný z: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1054773819845824.

The editorial summarizes the evolution of virtual reality and its application in a variety of healthcare contexts to improve nursing education, research, and clinical practice. The use of digital avatars in conjunction with virtual reality systems is also discussed, along with the benefits and risks of this emerging technology.

- virtual reality, avatar, technology, nursing, healthcare

ORR, T. J.; MALLET, L. G.; MARGOLIS, K. A. Enhanced fire escape training for mine workers using virtual reality simulation. *Mining Engineering* [online]. 2009 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/efetfm.pdf.

U.S. Mine Safety and Health Administration (MSHA) accident reports often cite poor training as a root cause for many fatalities and serious injuries, but traditional classroom safety training provides little practical experience for mine workers. Virtual reality (VR) training systems have been used successfully in many different settings including pilot training,

military simulators and mining equipment operation. This type of training has the added benefit of providing simulated experience in dealing with a hazardous circumstance on the job without exposing the trainee to the hazard. Although this type of training has been successfully used in other fields, it has not been used much or tested for effectiveness in mining. Therefore, this study answers the following research question — can a VR system be used in a mine safety training environment to teach evacuation procedures, provide simulated experience, and measure performance?

The study was an informal, preliminary test of the Virtual Reality Miner Safety Training (VRMST) software, developed at the National Institute for Occupational Safety and Health's (NIOSH) Spokane Research Laboratory (SRL). The VRMST software was designed for mine workers to practice evacuation routes and procedures. A preliminary test of this software was conducted during an eight-hour, MSHA-approved refresher training course. This training was led by an approved mine safety trainer and SRL research staff were the subjects of the preliminary testing of the VR training.

REY-BECERRA, E. …[et al.]. The effectiveness of virtual safety training in work at heights: a literature review. *Applied Ergonomics*. 2021, vol. 94.

Virtual environment techniques are technologies that can be used for safety training, and deliver significant advantages (e.g. risk-free, immersive learning). However, no studies have assessed the effectiveness of this training for work at heights (WAH). This paper aimed to synthesize the outcomes criteria for measuring the effectiveness of virtual safety training of WAH in different work sectors. A total of 658 records were identified through an explorative search of relevant citations from 2010 onwards. Only 21 documents were considered and classified according to the training goal: improvement of knowledge, skills or attitudes. Outcomes criteria of virtual safety training were analyzed according to Kirkpatrick's model. The results support practitioners and safety managers by providing an inventory of training methods, evaluation indicators and evaluation effects. Further recommendations are made for the design of an effective training assessment.

- Training effectiveness, Virtual environment, Work at heights

ROPER, Tess. Virtual Reality is not just a game when it comes to occupational safety. *PBC Today* [online]. October 23, 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.pbctoday.co.uk/news/construction-technology-news/virtual-reality-occupational-safety/65845/.

Can VR revolutionise health and safety training by allowing workers to deal with potentially life-threatening scenarios without being put in any danger – or is there a risk that being viewed as a "game" will diminish its impact? Dr Tess Roper of the University of Nottingham discusses a study in partnership with the Institution of Occupational Safety & Health that explores these issues

SACKS, Rafael. Safety by design: dialogues between designers and builders using virtual reality. *Construction Management and Economics* [online]. 2015, Vol. 33, Issue 1, s. 55-72 [cit. 2021-01-28]. Dostupný

z: https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/01446193.2015.1029504?needAccess=true.

Designers can contribute to enhancing the safety of construction work by considering how their decisions impact on both the physical environment in which construction workers operate and the means and methods they use.

To do so, however, designers require knowledge about safety hazards on site and the opportunity to examine their designs early in projects. Through a set of studies virtual reality tools were used to examine the potential for collaborative dialogue between designers and builders to provide a forum for learning and proactive change of a design to make a project safer to build. In the tests, participants viewed proposed designs using virtual reality to examine various alternative design and construction scenarios. The study shows that consultation and dialogue with an experienced construction professional are highly beneficial for designers to appreciate the implications of designs on safety, and that designers are more willing to adapt design details than to change aesthetic aspects of their designs.

- **Keywords:** Building design, construction safety, engineering design, virtual reality.

SHAMSUDIN, Nurshamshida Md; Faizah Abdul Majid. Effectiveness of Construction Safety Hazards Identification in Virtual Reality Learning Environment. *Environment-Behaviour Proceedings Journal: E-B* [online]. 2019, Vol. 4, No. 12 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://ebpj.e-iph.co.uk/index.php/EBProceedings/article/view/1802/pdf.

Occupational Safety and Health Act (1994) and efforts taken to ensure the safety of workers in the construction industry. Despite these, accident rates are still alarming. One of the reasons is due to the weak pedagogy, lack of technology integration, and hazardous learning environment that lead towards low learning performance and practicing safety procedures. This study aims to discover the effectiveness of virtual reality simulation learning environment. Results show that there is a significant difference in trainee‘s achievements in a traditional construction site visit and virtual construction environment. To conclude, virtual reality learning environment offers effective learning platforms for millennials.

- **Keywords:** safety hazards; occupational safety and health; virtual reality

SHAMSUDIN, Nurshamshida Md …[et al.]. Virtual Reality for Construction Occupational Safety and Health Training: A Review. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience* [online]. April 2018, vol. 24, no. 4, s. 2444-2446 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.researchgate.net/profile/Nurshamshida_Md_Shamsudin/publication/327935040_Virtual_Reality_for_Construction_Occupational_Safety_and_Health_Training_A_Review/links/5c88c03092851c1df93d6099/Virtual-Reality-for-Construction-Occupational-Safety-and-Health-Training-A-Review.pdf.

Training in for Occupational Safety and Health (OSH) in the construction industry are tedious especially related to hazard identification among novice construction personnel. It is impossible for a trainee to be able to practice all types of construction hazard due to the nature of construction site that is dynamic and evolve rapidly between each of construction stage. On the other hand aim for safety training should highly engage training and optimum

experiential learning could give a positive impact on safety performance. Current practices show that utilization of virtual reality in construction safety training has correlated with effective safety performance at construction sites. Hence, this paper reviewed the history, attributes and application of virtual reality in training and education for construction safety and health course. To summarized, new approach of virtual reality application for construction safety training are proposed.

- **Keywords:** Training, Safety Training, Virtual Reality, Construction Safety, Virtual Reality Training.

SHAMSUDIN, Nurshamshida Md …[et al.]. Virtual Reality Training Approach for Occupational Safety and Health: a Pilot Study. *Advanced Science Letters* [online]. 2018, Vol. 24, No. 4, s. 2447-2450 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.researchgate.net/profile/Nurshamshida_Md_Shamsudin/publication/327934023_Virtual_Reality_Training_Approach_for_Occupational_Safety_and_Health_A_Pilot_Study/links/5c88c06445851564fad9dc7d/Virtual-Reality-Training-Approach-for-Occupational-Safety-and-Health-A-Pilot-Study.pdf.

Aims of this study are to test the proposed training approach that is leveraging on the advantage of virtual reality. Literature confirms that Virtual reality could provide an optimum learning experience. The proposed training tool utilizing virtual reality application on safety and health training were designed and developed through rigorous analysis. Next, to test its usability and compatibility among users. A pilot study has been conducted among the OSH practitioners in the industry and three groups of trainees from safety and health training for construction courses. Comments and reviews from each user were taken to enhance the proposed training tool especially for the benefits of the local construction industry.

- **Keywords:** Hazard Identification; Mobile Virtual Reality; Safety Training; Training; Virtual Reality

SHUANG, Dong; QIN, Yin; HENG, Li. Positive Safety Participation and Assessment by Integrating Sharing Technology with Virtual Reality. *Procedia Engineering* [online]. 2015, Vol. 123, s. 125-134 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705815031707?token=07910F4CB43CA4C3F65A9C09A425914AE94FD82F0096C4E1E7E76D6A7E13C652ADDE8A26D8F5B1319B9537AA6DDFA7CE.

Traditional health and safety performance in construction is assessed based on accessible outcomes such as accidents, injuries, illnesses and diseases. This lagging measurement still exists and is used by many industries since it is preferable for data collection, understandable to the majority, objective and valid. Many researchers are starting to treat the performance assessment in a much more proactive way by taking safety climate and culture into consideration. In current practice, as an indispensable part of safety climate/culture, safety participation level is merely evaluated by passive survey questions like “Have you attended the safety training”, which ignores many invisible participation behaviors like safety knowledge transfer and sharing. What's more, although many traditional safety performance assessments are intended to modify construction workers’ safety behavior, study on personal level safety assessment is still absent.

To solve the problems above, this study firstly presents a systematic safety performance assessment framework on personal level, including not only traditional lagging indicators, but also positive indicators like participation and attitude. This framework is substantiated by comprehensive literature review. Then a positive safety participation and participation assessment method is designed by integrating sharing technology with virtual reality. The feasibility of this method is tested on a real worksite.

VIRTUARIO™ - IMMERSIFYING SAFETY [online]. Finnish Institute of Occupational Health [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.ttl.fi/en/service/virtuario/.

Virtuario™ is an immersive virtual reality (VR) learning environment that helps you to develop your organization's occupational safety culture with engaging and participatory training designed for employees. The immersive learning environment of Virtuario™ helps to cultivate a culture of safety by offering engaging and interactive training experiences.

Virtual reality training could improve employee safety. *ScienceDaily* [online]. September 16, 2019 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://www.sciencedaily.com/releases/2019/09/190916212516.htm.

A new study suggests employee safety could be improved through use of virtual reality (VR) in Health and Safety training, such as fire evacuation drills. Researchers developed an immersive VR system to stimulate participants' perception of temperature, and senses of smell, sight and hearing to explore how they behaved during two health and safety training scenarios.

XIE, Haiyan; TUDOREANU, M. Eduard; SHI, Wei. Development of a Virtual Reality Safety-Training Totiž for Construction Workers [online]. In: *Digital library of construction informatics and ….* 2006 [cit. 2021-01-28]. Dostupný z: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.854&rep=rep1&type=pdf.

Safety training is an important and time-consuming task for many construction companies. Virtual Reality (VR) simulation can be used in safety training to help users understand and learn safety rules, standards, and regulations. VR can also be used to evaluate the degree to which construction workers acquired skills after taking safety classes. This project focuses on creating a Virtual Reality Safety-Training System and assessing the perceptual and behavior impacts of the VR environments on a trainee. Perceptual and ecological psychology are studied in creating VR worlds in order to make the system effective. The authors' analysis determined that a streamlined, scenario-developing pipeline is needed to support flexible, computer-generated variations of the VR world. This reconfigurable and reusable system creates 3-dimensional virtual images and produces memorable experiences for trainees. Modules of various virtual objects and virtual environmental factors such as temperature, air composition, and visibility are also studied and simulated in the proposed system. The authors also plan to assess the areas of safety training that can benefit most from VR use.

- **Keywords:** Virtual Reality, Construction Information Technology, Safety Training

8.4 Dokumenty bez přístupu k plnému textu

BELLANCA, Jennica L. …[et al.]. Developing a Virtual Reality Environment for Mining Research. *Mining, Metallurgy & Exploration*. 2019, Vol. 36, s.597–606.

Recent advances in computing, rendering, and display technologies have generated increased accessibility for virtual reality (VR). VR allows the creation of dynamic, high-fidelity environments to simulate dangerous situations, test conditions, and visualize concepts. Consequently, numerous products have been developed, but many of these are limited in scope. Therefore, the National Institute for Occupational Safety and Health researchers developed a VR framework, called VR Mine, to rapidly create an underground mine for human data collection, simulation, visualization, and training. This paper describes the features of VR Mine using self-escape and proximity detection as case studies. Features include mine generation, simulated networks, proximity detection systems, and the integration and visualization of real-time ventilation models.

BHIDE, Sayli …[et al.]. Development of Virtual Reality Environment for Safety Training. In: *IIE Annual Conference Proceedings*. Norcross, 2015. S. 2302-2312.

Conventional safety training in industries mostly comprises of unidirectional flow of information. Since most of the employees involved in such training are not learning actively, their response to understanding risks and mitigating them in real time workplace emergency situations is not as effective. This research will be first step towards an effort to study the feasibility of constructive simulations for developing a framework for industrial health and safety to provide employees training in simulated environment and improve their capabilities to take actions in emergencies. The US Department of Defense (DoD) utilizes live, virtual and constructive (LVC) simulations for training military personnel in improving their skills where constructive simulation involves simulated people operating simulated environment. Open simulator will be used to develop virtual and constructive (VC) simulation based training scenarios. It provides stable virtual environment, content portability with no licensing fee. A virtual 3D layout of a building, avatars of people working in the building and various hazards observed in workplace will be simulated in open simulator. A study will be conducted where participants can control avatars to face various safety related scenarios in virtual building environment and feedback will be provided based on their actions.

- **Keywords**: LVC simulations, OpenSimulator, safety, training, avatars

BHOIR, Sneha; ESMAEILI, Behzad. State-of-the-Art Review of Virtual Reality Environment Applications in Construction Safety. In: *AEI, 2015*.

Although the numbers of injuries in the construction industry have decreased significantly since legislation of the Occupational Safety and Health Act in the 1970s, more than 700 workers face fatalities every year. As a result, in any construction project, addressing safety challenges remains one of the top priorities; safety managers constantly attempt to enhance the effectiveness of training materials provided to workers. With the emergence of the Net Generation–those who have grown up with information technology–project managers will be obliged to relinquish passive means of training and place more emphasis on creating active learning experiences that embrace state-of-the-art technologies. One of the technologies that

is gaining wide acceptance for educational purposes is virtual reality environments (VRE). It has been found that VRE has a great potential to engage students in classrooms and to help construction works retain safety knowledge. Thus, the objectives of this study are to synthesize the potential applications of virtual reality environments, explore the current adoption rate of VRE to train workers regarding safety issues, and identify limitations in the current body of knowledge. The objectives are fulfilled by conducting an in-depth literature review and interviewing safety training providers across the United States. The results of the study indicated that the current adoption rate of VRE to provide safety training is minimal and safety professionals prefer hands on training. The findings of the paper summarize the current strength and weaknesses of virtual reality applications in construction safety and provide suggestions for further improvements.

BRICKEN, Meredith; BYRNE, Chris M. Chapter 9: Summer Students in Virtual Reality: A Pilot Study on Educational Applications of Virtual Reality Technology. In: WEXELBLAT, Alan. *Virtual Reality*. Academic Press, 1993. S. 199-217. ISBN 9780127450452.

Virtual reality (VR) is a new way to use computers. VR eliminates the traditional separation between user and machine, providing more direct and intuitive interaction with information. By wearing a head-mounted audio/visual display, position and orientation sensors, and tactile interface devices, one can actively inhabit an immersive computer-generated environment. One can create virtual worlds and step inside to see, hear, touch, and modify them. Major corporations and companies worldwide are actively exploring the use of the VR technology for a variety of application areas, including telecommunications, arcade and home entertainment, production and assembly management, health care, digital design, and product sales and marketing. VR has been developed during the past 20 years to facilitate learning and performance in high-workload environments in the U.S. Air Force. Flight simulators, which combine physical and computer-generated elements to create task-specific learning environments, have been highly effective in pilot training. Current VR systems provide new capabilities for perceptual expansion, for creative construction, and for unique social interactivity.

HUDOCK, S. D. The application of educational technology to occupational safety and health training. *Occupational Medicine*. 1994, vol. 9, no. 2, s. 201-210.

For years, lectures and films have formed the basis of health and safety training. New communication systems, however, allow trainees such luxuries as receiving instruction from a source that might be hundreds of miles away. Various multimedia systems are described, including CD-ROM, virtual reality, and others that may some day become the mainstays of worker training.

GRABOWSKI, Andrzej. *Virtual Reality and Virtual Environments: a Tool for Improving Occupational Safety and Health*. 1sr ed. CRC Press, 2021. ISBN 978-1-003-04851-0.

Virtual reality (VR) techniques are becoming increasingly popular. The use of computer modeling and visualization is no longer uncommon in the area of ergonomics and occupational health and safety. This book explains how studies conducted in a simulated virtual world are making it possible

to test new solutions for designed workstations, offering a high degree of ease for introducing modifications and eliminating risk and work-related accidents. Virtual reality techniques offer a wide range of possibilities including increasing the cognitive abilities of the elderly, adapting workstations for people with disabilities and special needs, and remote control of machines using collaborative robots.

Detailed discussions include:

- Testing protective devices, safety systems, and the numerical reconstruction of work accidents,
- Using computer simulation in generic virtual environments.

GRABOWSKI, Andrzej; JANKOWSKI, Jarosław. Virtual Reality-based pilot training for underground coal miners. Safety Science. February 2015, Volume 72, s. 310-314.

Accidents at works statistics show that mining industry is one of the most dangerous. Therefore there is a need for new solutions, which will improve professional adaptation process and will simultaneously have significant impact on improvement of occupational health and safety situation, especially among the youngest employees. Using the technology of Virtual Reality (VR) allows the acquisition and practice the correct behavior by the miners in a controlled, safe environment. In the paper the results of pilot training with the participation of 21 people employed in the mining industry are presented. Each of the trainees took part in the two simulations, using different motion capture systems: Razer Hydra or vision based system. Head Mounted Displays (HMDs) with different field of view (FoV), wide (110 degrees) and relatively narrow (45 degrees), are also compared. Trainees consider used system useful and feel the positive effects of training even after three months. In almost all cases high immersive VR combined with wide FoV is assessed as the best solution for training. The results of the experiment encouraged owners of training facilities cooperating with polish mines to introduce VR training to basic training for youngest miners.

- **Keywords:** Occupational safety and health, Accident prevention, Training, Virtual Reality, Underground coal miners

JIN, Ge; NAKAYAMA, Shoji. Experiential Learning through Virtual Reality: Safety Instruction for Engineering Technology Students. *Journal of Engineering Technology*. 2013, vol. 30, issue 2, s. 16-23.

Adult learners acquire knowledge and skills better when they participate in a workshop and get their hands around a piece of machinery. Such interactive methods have been cited as essential elements to improve learning, specifically in the field of safety and health. As students in engineering technology are required to take an occupational safety course, it is important for academic institutions to provide an experiential learning environment. To assist this effort, we developed 3D virtual safety exercises to enhance a safety course in an engineering technology program. Based on suggestions from academic advisory board members, we selected for this study a pedestal grinder and surrounding equipment in a mechanical laboratory; photographs were converted using 3D modeling software, animation, and game-creation software. In the resulting game engine, students could interact within the virtual environment and operate the virtual pedestal grinder safely. The interactivity between a user and the equipment within the 3D virtual environment was implemented using a visual

programming tool inside the game engine. A pilot study was conducted to assess the students' learning about pedestal grinder safety using three groups: lecture only, lecture with physical laboratory, and lecture with the 3D virtual environment. The results indicated that, in a 3D virtual environment, students learned more than did their peers in the "lecture only" group. Furthermore, virtual laboratory exercises allowed students to retain as much information as did the "lecture with physical laboratory" delivery method.

JIN, Ge; NAKAYAMA, Shoji. Virtual reality game for safety education. In: *International Conference on Audio, Language and Image Processing, 7-9 July 2014, Shanghai, China*. IEEE, 2014.

Safety and health issues are important components for any industry that involves machinery operations. To control various hazards leading to occupational injuries and illnesses, one common method is safety training and education. In this study, we developed a 3D virtual reality game to enhance safety training and education. Based on the recommendations from industrial partners, a pedestal grinder and its operation were selected for this study. The pedestal grinder and the mechanical laboratory were converted to three dimensional shapes using 3D modeling software. The completed 3D models were brought into the game engine to replicate actual laboratory environment. This allows students to interact within the virtual environment and be able to operate the virtual pedestal grinder safely. The interactivity between a user and the equipment within 3D virtual environment was implemented using visual programming tool inside the game engine. A pilot study was conducted to assess the students' learning with regard to the pedestal grinder safety using three groups: lecture only, lecture with physical laboratory, and lecture with the developed 3D virtual environment. The results indicated the benefits of 3D virtual reality game over “lecture only” delivery method in enhancing students' learning. Furthermore, virtual reality game allows students to retain information as good as the “lecture with physical laboratory” delivery method.

KAUFELD, Mara; NICKEL, Peter. Level of Robot Autonomy and Information Aids in Human-Robot Interaction Affect Human Mental Workload: an Investigation in Virtual Reality. In: *HCII 2019: Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*. Human Body and Motion. Springer, 2019. S. 278-291.

In future work systems, humans may interact with scalable industrial robots. In a virtual reality simulation study, human mental workload effects were analyzed in human-robot interactions (HRI) with variations in design requirements regarding human factors and ergonomics (HFE) as well as occupational safety and health (OSH). Each of 20 participants performed his/her own task while interacting with two virtual robots in a manufacturing environment. Results on task performance indicated relative lower human mental workload when robots acted on lower level of robot autonomy (lower LORA) and the human operator was informed about upcoming HRI by multi-modal signaling (Information Aid ‘on’). However, this pattern of workload reflected in performance measures, was not reflected in mental workload ratings. Hence, compensational adjustments in operator performance were assumed. It was concluded, that a combination of less autonomous robots and multi-modal feedback result in relatively less operator distraction from task performance and, thus, less impairment in operator workload. HFE and OSH may improve when HRI is audio-visually

indicated and robot activities are adapted to human operator task requirements (low LORA). Therefore, results have the potential to inform future design of HRI regarding HFE and OSH at different workplaces in industry and services.

- **Keywords:** Human-robot interaction, Work systems design, Occupational safety and health, Virtual reality, Mental workload, Human-automation interaction, Human-totiž interaction

KLEMPOUS, Ryszard …[et al.]. Possibility analysis of danger factors visualization in the construction environment based on Virtual Reality model. In: *8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, *11-14 Sept. 2017, Debrecen, Hungary*. IEEE, 2017.

The construction industry is one of the most accident-prone sectors of the branch of industry. It is caused to construction site workers by numbers of danger factors which affect humans health and life. These danger factors may cause negative physical and mental effects by instant or long-term actions. Together with development and evolution of 3D technology in design, construction and use of buildings, new possibilities arise. In this article we will give an attempt to present study on this subject, with a use of exemplary factors and their impact on the environment. Supported by Virtual Reality (VR) simulation existing surroundings and analysis factors which have an influence on people will be presented.

KWEGYIR-AFFUL, Ebo …[et al.]. Optimizing Occupational Safety Through 3-D Simulation and Immersive Virtual Reality. In: *AHFE 2019: Advances in Human Factors and Simulation*. Springer, 2019. S. 97-107.

This paper evaluates the effectiveness of computer simulation and the immersive virtual reality (IVR) technology for occupational risk assessment improvement. It achieves this by conducting a risk assessment on a 3-D simulation of a Lithium-Ion battery (LIB) manufacturing factory. This is necessary since calls for the enhancement of occupational risk assessments continue to dominate safety improvement measures in manufacturing context. Meanwhile, industries such as aviation, mining and healthcare employ advanced versions of IVR for risks awareness with successes. However, applications for safety in manufacturing context is only at the infancy although it utilizes IVR profitably for product and production optimization issues. The study involved 19 participants who performed the assessment with the aid of a safety checklist followed by open-ended semi-structured questions and interviews. Results indicates an outstanding utilization capability of IVR for risk assessment. Furthermore, the assessment pinpoints specific safety issues in the factory that requires attention and improvement.

- **Keywords:** Risk assessment, Hazard identification, 3-D simulation, Immersive visual reality, Manufacturing industry

LACKO, Jan. Health Safety Training for Industry in Virtual Reality. In: *Cybernetics & Informatics, 29 Jan.-1 Feb. 2020, Velke Karlovice, Czech Republic*. IEEE, 2020.

In this paper we describe the possibilities of using virtual reality methods for training and testing of employees of industrial companies in the field of health and safety at work. We focus on creating scenarios that aim to show correct practices and potential user failures to

prevent injuries and economic damage. We show the possibilities of virtual reality in this area in specific scenarios, combining first person and third person view cameras for some scenarios. At the same time, we describe the key parts of the system and evaluate the impact of training in virtual reality compared to training without it. We focus on the key benefits of immersion and emotion induced by virtual reality on the rememberability of security practices.

LANZOTTI, Antonio …[et al.]. Interactive Tools for Safety 4.0: Virtual Ergonomics and Serious Games in Tower Automotive. In: *IEA 2018: Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association*. Springer, 2018. S. 270-280.

This work focuses on an innovative training methodology based on the use of Virtual ergonomics and “serious games” in the field of occupational safety. Virtual Ergonomics was chosen as an effective and convincing tool for disseminating the culture of safety among the workers, while a “serious game” was developed to train operators on specific safety procedures and to verify their skills. The results of the experimentation in a real industrial case study showed that, compared to the traditional training methodology, multimedia contents and quantitative ergonomic analyses improve the level of attention and the awareness of the operators about their safety. On the other hand, Serious games turned out as promising tools to train the workers about safe operating procedures that are difficult to implement in a real working environment.

- **Keywords:** Virtual reality Ergonomics Virtual humans Occupational safety Serious game

LE, Quang Tuan; PEDRO, Aakem; PARK, Chan Sik. A Social Virtual Reality Based Construction Safety Education System for Experiential Learning. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*. 2015, Vol. 79, s. 487–506.

The construction industry is a complex environment where high accident rates make significant contributions to cost overruns and time delays. Safety education is important in promoting a safe and healthful working environment in construction; however current pedagogical methods and tools at the tertiary level are unable to provide students with real practical and safety experiences. This study proposes an online social virtual reality (VR) system framework which allows students to perform role-playing, dialogic learning, and social interaction for construction safety and health education. The framework includes the following three modules: 1) Cooperative Distributed Safety Learning (CDSL) to understand root causes of accidents in construction site; 2) Hazard Inspection and Safety Cognition (HISC) to reflect on safety theories through hazard inspection within a social VR environment; 3) Active Safety Game-based Learning (ASGL) to enhance practical capacities by playing the safety training game in a 3D virtual environment. The system prototype is developed and evaluated with virtual scenarios derived from real safety cases to identify the system’s benefits and limitations. The results concluded that the social/collaborative virtual reality platform would improve construction safety & health education effectively.

MANTOVANI, Fabrizia …[et al.]. Virtual Reality Training for Health-Care Professionals. *CyberPsychology & Behavior*. 2004, vol. 6, no. 4.

Emerging changes in health-care delivery are having a significant impact on the structure of health-care professionals' education. Today it is recognized that medical knowledge doubles every 6–8 years, with new medical procedures emerging everyday. While the half-life of medical information is so short, the average physician practices 30 years and the average nurse 40 years. Continuing education thus represents an important challenge to face. Recent advances in educational technology are offering an increasing number of innovative learning tools. Among these, Virtual Reality represents a promising area with high potential of enhancing the training of health-care professionals. Virtual Reality Training can provide a rich, interactive, engaging educational context, thus supporting experiential learning-by-doing; it can, in fact, contribute to raise interest and motivation in trainees and to effectively support skills acquisition and transfer, since the learning process can be settled within an experiential framework. Current virtual training applications for health-care differ a lot as to both their technological/multimedia sophistication and to the types of skills trained, varying for example from telesurgical applications to interactive simulations of human body and brain, to virtual worlds for emergency training. Other interesting applications include the development of immersive 3D environments for training psychiatrists and psychologists in the treatment of mental disorders. This paper has the main aim of discussing the rationale and main benefits for the use of virtual reality in health-care education and training. Significant research and projects carried out in this field will also be presented, followed by discussion on key issues concerning current limitations and future development directions.

McCARTHY, Colin J.; UPPOT, Raul N. Advances in Virtual and Augmented Realit: Exploring the Role in Health-care Education. *Journal of Radiology Nursing*. 2019, vol. 38, issue 2, s. 104-105.

Recent years have seen an increase in the use of virtual and augmented reality platforms for health-care education. These have been used for teaching anatomy, simulation of emergencies, and procedural training. We review the potential roles and ongoing challenges related to implementation of this technology.

- Virtual reality, Augmented reality, Medical education, NursingRadiology

MOLINE, Judi. Virtual Reality for Health Care: a survey. In: RIVA, G. *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*. IOS Press, 1997. (Studies in Health Technology and Informatics; 44). S. 3-34. ISBN 978-90-5199-364-6.

This report surveys the state of the art in applications of virtual environments and related technologies for health care. Applications of these technologies are being developed for health care in the following areas: surgical procedures (remote surgery or telepresence, augmented or enhanced surgery, and planning and simulation of procedures before surgery); medical therapy; preventive medicine and patient education; medical education and training; visualization of massive medical databases; skill enhancement and rehabilitation; and architectural design for health-care facilities. To date, such applications have improved the quality of health care, and in the future they will result in substantial cost savings. Tools that respond to the needs of present virtual environment systems are being refined or developed. However, additional large-scale research is necessary in the following areas: user studies,

use of robots for telepresence procedures, enhanced system reality, and improved system functionality.

MOORE, Frank H. …[et al.]. Hazard Identification Training Using 360-Degree Panorama vs. Virtual Reality Techniques: A Pilot Study. In: *ASCE International Conference on Computing in Civil Engineering 2019*.

Virtual reality (VR)-based approaches have been used to facilitate safety knowledge transfer and increase hazard awareness by providing safe and controlled experiences of unsafe scenarios for construction safety training applications. However, high computational costs, long development times, and the limited sense of presence and realism associated with existing VR methods have posed significant challenges for using such VR-based safety training platforms. Unlike the VR environments that provide computer-generated simulations of the environment, 360-degree panoramas create true-to-reality simulations of environments while maintaining a high sense of presence. The purpose of this research is to develop and compare hazard identification training scenarios using 360-degree panorama and VR techniques. A pilot study, based on OSHA's focus-four hazards, was conducted to assess the effectiveness of safety hazard identification training using these techniques. The results of this preliminary research indicate that hazard identification index scores were slightly higher on average in the VR condition comparing to the "messier" or "dirtier" as-build representation of the 360-degree panorama.

NEDEL, Luciana …[et al.]. Using Immersive Virtual Reality to Reduce Work Accidents in Developing Countries. *IEEE Computer Graphics and Applications*. Mar.-Apr. 2016, Vol 36, Issue 2.

Thousands of people die or are injured in work accidents every year. Although the lack of safety equipment is one of the causes, especially in developing countries, behavioral issues caused by psychosocial factors are also to blame. This article introduces the use of immersive VR simulators to preventively reduce accidents in the workplace by detecting behavioral patterns that may lead to an increased predisposition to risk exposure. The system simulates day-to-day situations, analyzes user reactions, and classifies the behaviors according to four psychosocial groups. The results of a user study support the effectiveness of this approach.

NICKEL, Peter; LUNGFIELD, Andy. Improving Occupational Safety and Health (OSH) in Human-System Interaction (HSI) Through Applications in Virtual Environments. In: *International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management*. Springer, 2018. S. 85-96.

Interactions between humans and system components of future work systems may be driven by digitalization, connectivity and agility. Though the design of future systems is not yet known or is not yet available or accessible, it would be desirable to ensure occupational safety and health (OSH) in early stages of development and design. It would also be helpful to learn about potential hazards and risks and prevent them before using work systems across their future life cycle. Since knowledge, experience and imagination might not be sufficient to predict human-system interactions (HSI) it should be possible to apply modeling and simulation such as virtual reality (VR) to overcome some of the challenges in analysis,

design and evaluation of future work systems. Similar seems to be true for work systems too dangerous, too complex, or too resource demanding to investigate in reality. The concept on safety and usability through applications in virtual environments (SUTAVE) facilitates effective prevention through design in OSH to be addressed by means of innovative technology. Studies have been conducted to improve OSH in HSI supported by VR simulation; i.e. (a) risk assessments in planning stage, (b) task, interaction and information design in human robot interaction, (c) usability evaluation of safety measures in contexts of use, (d) near misses and course of events in accident investigations, (e) safety concept development. The results are encouraging to face future challenges in HSI as long as its design is taken into account early on and according to human factors and ergonomics principles.

- **Keywords:** Occupational safety and health Human system interaction Virtual reality Human information processing

NYKÄNEN, M.; PURO, V.; TIIKKAJA, M. …[et al.]. Evaluation of the efficacy of a virtual reality-based safety training and human factors training method: study protocol for a randomised-controlled trial. *Injury Prevention*. 2020, vol. 26, s. 360-369.

Background: The construction industry has a high risk of occupational accidents and injuries. More randomised controlled trials are needed to identify effective techniques for improving the occupational safety of construction sector workers. New technologies such as virtual reality (VR) offer the potential to develop engaging learning tools for safety training. Although the number of VR applications in occupational safety training is increasing, only a few studies have evaluated the learning outcomes of VR safety training. Furthermore, previous studies indicate that learning to recognise human factors at work has positive outcomes for safety skills. However, there is lack of knowledge regarding the efficacy of human factors-related training in the construction industry. **Objective:** To evaluate the efficacy and the implementation process of a VR-based safety training and a human factors-related safety training. **Methods:** In Finland, 8 study organisations and approximately 130 construction sector workers will participate in a randomised controlled trial. The study participants will be randomly assigned to one of four intervention arms: (1) immersive VR safety training alone, (2) lecture-based safety training alone, (3) combined immersive VR safety training and HF Tool training or (4) combined lecture-based safety training and HF Tool training. We will test the efficacy of the safety training processes in these four arms. Randomisation of study participants is stratified by work experience. Baseline assessment will take place before randomisation. The short-term follow-up measurements of all study participants will be conducted immediately after the VR safety training and lecture-based safety training. The study participants will complete second measurements immediately after the HF Tool training approximately 1 month after previous safety training. The second measurement of the intervention arms 1 and 2 study participants will be conducted during the same week as that of the intervention arms 3 and 4 participants, who will not take part in the HF Tool training. Finally, semistructured individual interviews will be conducted to evaluate the learning process. **Outcome measures:** Outcome measures include safety knowledge, safety locus of control, safety self-efficacy, perceived control over safety issues, safety-related outcome expectancies, safety motivation and safety performance. **Discussion:** Study

results will provide knowledge on the efficacy of VR safety training and human factors-related safety training. Furthermore, study provides knowledge on pedagogical techniques that can be used to guide future intervention plans and development.

OJADOS GONZALES, D. …[et al.]. Development and assessment of a tractor driving simulator with immersive virtual reality for training to avoid occupational hazards. *Computers and Electronics in Agriculture*. December 2017, Vol. 143, s. 111-118.

Tractor overturns are the leading cause of fatalities in the agricultural sector. When drivers misuse the foldable roll over protective structure (ROPS) in tractors, it becomes highly inefficient as a rollover protection system. To solve this problem, the purpose of the present paper is to detail the development and assessment of a tractor driving simulator with immersive virtual reality for training to minimize this risk. In the agricultural sector, tractor driving simulators make it possible to train drivers in risk situations that are not feasible in the real field due to the high risk of roll over. The simulator includes a motion platform for this particular application. The findings of this study suggest that participants with safety knowledge make fewer errors in deploying the ROPS. To reduce the consequences of tractor accidents in the agricultural sector, the promotion of training courses is essential to avoid the misuse of the ROPS. On the contrary, the perception of risk and safety increased after the tractor driving simulator experience for all of the participants but increased significantly more so for non-frequent users of tractors. All of the groups of participants reported that the use of the tractor driving simulator was a positive experience because it can help them to drive more safely, and they feel that they need more training programmes in occupational safety.

- **Keywords:** Tractor safety, Overturn, ROPS, Injury, Safety devices

PEDRO, Aakem; LE, Quang Tuan; PARK, Chan Sik. Framework for Integrating Safety into Construction Methods Education through Interactive Virtual Reality*. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. April 2016, Vol. 142, Issue 2.

Construction accidents, injuries, and fatalities have not declined significantly, despite arduous efforts of researchers, safety professionals, and strongly-enforced safety laws. Safety education is crucial in promoting safe and healthy construction work environments; however, current pedagogical methods and tools at the tertiary level do not sufficiently engage students or provide practical experience to support the acquisition of safety knowledge. This paper aims to address the problem by proposing a novel approach that integrates safety with construction materials and methods education. A system is proposed comprising of three sequential modules: (1) safety and hazard lecture (SHL) module; (2) hazard identification game (HIG) module; and (3) student evaluation and assessment (SEA) module. The pedagogical suitability of the system is evaluated by a series of trials where students interacted with instructors. Interim results indicate that the system offers an innovative medium for experientially improving hazard identification ability, transferring safety knowledge, and engaging students. Insights of matching safety with construction methods are also discussed in the paper.

PENA, Alyssa M.; RAGAN, Eric D. Contextualizing construction accident reports in virtual environments for safety education. In: *IEEE Virtual Reality (VR), 18-22 March 2017, Los Angeles, USA*. IEEE, 2017.

Safety education is important in the construction industry. While research has been done on virtual environments for construction safety education, there is no set method for effectively contextualizing safety information and engaging students. In this research, we study the design of virtual environments to represent construction accident reports provided by the Occupational Health and Safety Administration (OSHA). We looked at different designs to contextualize the report data through space, visuals, and text. Users can explore the environment and interact through immersive virtual reality to learn more about a particular accident.

REID, Robert D.; REID, Brett; WYLMARIE, N. Sykes. Safety Training In Virtual Reality. In: *ASSE Professional Development Conference and Exposition, Anaheim, California, June 2001. ASSE, 2001*.

In virtual reality, employees experience the inherent dangers of their working environment and how to react to them. They see, firsthand, the potential consequences of poor planning, failing to follow proper procedures, or rushing a process. Trainees are taken through their workplace hazards where they see holes in the flooring and shaky ladders, and hear the construction sounds of the safety floor in three-dimensional sound. A simple fire drill takes on a new, added sense of importance as employees evacuate the virtual plant in a variety of situations. Additionally, trainees can even experience such sensations as falling, injury by machine, chemical exposure, and even death. The shock value in such a safety program will make the lesson a memorable one. Virtual reality truly engages trainees. As we all know, employees learn more when are engaged in learning. They are no longer looking at a computer screen or sitting through a lecture on safety; they are in a three-dimensional world and interacting using intuition, vision, and gesture. They are immersed in a world they control: passive behavior becomes impossible as the trainee takes control of the situation.

RIVA, Giuseppe. Virtual Reality for Health Care: The Status of Research. *CyberPsychology & Behavior*. 2004, vol. 5, no. 3.

As information technology has advanced and costs have declined over the past decade, there has been a steady growth in the use of virtual reality (VR) in health care. According to the data of the two leading clinical databases—MEDLINE and PSYCINFO—the research in the virtual reality field is moving fast: under the "virtual reality" keyword, there are 739 papers listed in MEDLINE and 569 in PSYCINFO (accessed 6 December 2001). Much of this growth, however, has been in the form of feasibility studies and pilot trials. In fact, many researchers tried to use VR, but only a few were able to deepen their study. According to MEDLINE, only 16 research groups published more than three papers related to health care applications of VR. This number lowers to 12 for papers included in PSYCLIT. Therefore, apart from surgical training and some behavioral treatments, there is little convincing evidence coming from controlled studies of the clinical and economical advantages of this approach. This paper discusses recent evidence and outlines some guidelines for future research in this area.

SHAMSUDIN, Nurshamshida Md …[et al.]. Utilization of Virtual Reality Technology Smartphone Application for the Enhancement of Construction Safety and Health Hazard Recognition Training in Piling Work: Pilot Study. *Advanced Science Letters*. November 2018, Vol. 24, No. 11, s. 8660-8662.

Poor safety performance at construction sites is due to lack of safety hazard knowledge and literacy. Occupational safety and health hazards recognition are unrecognized and unanticipated because of ineffectiveness of safety training. It is rampant in the industry that the current practices of safety training always happen at low level of engagement. This resulted more failure of safety training. In accordance, the preliminary study reported that the current preference of trainees during safety training; are on more engaging, high technology and accessible of training materials should be considered for the design and development of safety hazard training recognition. To this reasons, mobile application is the most preferred learning tools among construction safety learners. Aim of this study is to present a methodology on proposed of Virtual Reality application technology usage in order to enhance occupational safety hazard recognition in construction specifically for piling work at construction sites. For training purpose, piling work is avoided because the nature of the work is hazardous and uncontrolled exposure among trainees to noise hazard during training. Hence, the development of the virtual reality application for safety hazard recognition is considered to be the platform of virtual environment. Outcomes of pilot study conducted indicated that proposed prototype need to be refine so that it is suitable for every style of learning among diverse group of trainees in construction industry.

SHI, Yangming …[et al.]. Impact assessment of reinforced learning methods on construction workers' fall risk behavior using virtual reality. Automation in Construction. August 2019, Vol. 104, s. 197-214.

Given the nature of construction activities, construction workers usually work in a collaborative way. Thus, interpersonal influences among workers play a crucial role in forming and affecting construction workers' safety behaviors. The social learning literature indicates that interpersonal learning occurs in two opposing ways – positive reinforcement by demonstrating preferred behaviors, and negative reinforcement by demonstrating negative consequences of inappropriate behaviors. Amid theoretical disagreements in the social learning literature, it remains unclear in the construction safety literature how the two reinforced learning methods affect construction workers in safety training. To fill the gap, a human-subject experiment (n = 126) was conducted to investigate people's social learning behaviors in a hazardous construction situation – walking between two high-rise buildings. The experiment utilizes a multi-user Virtual Reality (VR) system with a motion tracking feature. Participants were randomly assigned to one of three groups: control group (no instruction was given), not-falling group (participants observed an avatar demonstrating appropriate walking behaviors), and falling group (participants watched an avatar quickly walking across a plank and falling off). Indicators, including walking time on the plank, walking speed, and gaze movement, were recorded and analyzed to quantify the effects of the two reinforced learning methods. The results indicate that demonstrating information with positive consequences (not-falling group) encourages people to follow the demonstration and maintain normal walking in a hazardous situation. Showing information with negative

consequences (falling group) induced participants to walk faster and more irregularly, which further led to more mistakes and unsafe behaviors. This study demonstrates the effectiveness of using VR in safety studies and provides recommendations for better safety training programs.

- **Keywords:** Social learning, Fall accident, Construction safety, Virtual reality, Motion tracking

TAHSIRI, Mina …[et al.]. A Multisensory Virtual Environment for OSH Training. In: *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 2018 Mar 18–22 2018*. IEEE, 2018 Health. S. 699-700.

This paper presents a multisensory and low-cost virtual training simulator developed in Unity 3D, with the aim of improving the effectiveness of Occupational Safety and Health (OSH) training. The prototype system facilitates heat and smell feedback functions operated by an Arduino microprocessor and triggered based on the proximity of the avatar to receptive 4 within the Virtual Environment (VE). The prototype enables the creation of bespoke virtual representations using the 3D scanning function of the Google Tango device making multisensory VE OSH training a feasible and versatile approach in the short-term future.

TATIĆ, Dušan; TEŠIĆ, Bojan. The application of augmented reality technologies for the improvement of occupational safety in an industrial environment. *Computers in Industry*. February 2017, Volume 85, s. 1-10.

In many branches of industry, occupational safety experts identified two main causes of worker injuries related to the usage of modern electro-mechanical machines and systems: inadequate training and insufficient work experience, and monotonicity of the tasks often performed repeatedly. In this paper, we present a system based on augmented reality (AR) technologies that can be useful in reducing these factors of risk at work and decreasing the error rate and preventing injuries. The system that is implemented on mobile devices is intended to project augmented reality instructions directly at the work place. A worker is led by the AR-system step by step through various work and safety procedures that should be performed. Each procedure consists of steps specified by a series of instructions accessed through an interactive check list. To ensure the safeness, if a confirmation is missing because of a skipped, incompletely, or wrongly performed step of a procedure, the AR-system blocks further implementation of the procedure and returns the worker to the previous step until the correct actions are carried out. At the same time, interactive work with the checklist breaks the monotonicity of the job. The system is personalized according to skills of a worker by taking into account his professional training and work experience. Depending on that it is determined the amount of data to be displayed to a worker helping even less skilled workers to perform a task. As a case study, the proposed approach is implemented as an instructional and occupational safety system for work at a universal lathe, which is an element of many technological processes of Thermal Power Plant Ugljevik in the Republika Srpska, Bosnia and Herzegovina, where this AR-system was experimentally implemented and verified.

- **Keywords:** Augmented reality, Occupational safety, Mobile devices, Virtual reality, Real world interaction

TORRECILLA-GARCÍA, Juan Antonio …[et al.]. The Virtual Reality in Olive Oil Industry Occupational Health and Safety: An Integrative Review. In: *Occupational and Environmental Safety and Health*. Cham:Springer, 2019. S. 797-805. 978-3-030-14729-7.

The impact of Virtual Reality (VR) on methods and techniques of Occupational Health and Safety is widely considered when high-tech, automatized and human risk-intensive branch involved. VR technologies albeit considered mature, require the expanding from the scientific and merely experimental visualization realm into more multidisciplinary areas especially the OHS in companies. As VR has a significant impact on improvement of occupational health and safety situation at any enterprise, it is to be adopted or absorbed by the so called traditional industries, especially agri-food ones. The VR can provide the simulation and prediction of contingency conditions not included within the risk management approach of the company and to serve for operationalizing and designing future and retrospective analysis of potential or befallen risks and human errors. This paper reviews a sample of conceptual and empirical articles in order to describe and synthesize possible approach to enhance VR use within OHS in Olive Oil industry. The main objective of the integrative study is to build new framework of the VR application in technology-based innovation within the industry. This paper will discuss the issues related to state-of-art of interactive virtual environments, especially Virtual Reality, in processes of Occupational Health and Safety in traditional agri-food industry such as Olive Oil multi-sector (olive farming, oil press, olive pickles).

- olive oil industry Virtual reality Immersive techniques Occupational health and safety

ZHAO, Dong. Virtual reality simulation for construction safety promotion. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*. 2015, Vol. 22, Issue 1, s. 57-67.

Safety is a critical issue for the construction industry. Literature argues that human error contributes to more than half of occupational incidents and could be directly impacted by effective training programs. This paper reviews the current safety training status in the US construction industry. Results from the review evidence the gap between the status and industry expectation on safety. To narrow this gap, this paper demonstrates the development and utilisation of a training program that is based on virtual reality (VR) simulation. The VR-based safety training program can offer a safe working environment where users can effectively rehearse tasks with electrical hazards and ultimately promote their abilities for electrical hazard cognition and intervention. Its visualisation and simulation can also remove the training barriers caused by electricity's features of invisibility and dangerousness.

- **Keywords:** safety, simulation, virtual reality, construction
- Část obsahu dostupná na Google Books **https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=uEIPEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=%22virtual+reality%22+and+%22occupational+safety%22&ots=XXe8d32H7B&sig=iSIoCDkQGuiaNPzSJmtIQw5rVZk&redir_esc=y#v=onepage&q=%22virtual%20reality%22%20and%20%22occupational%20safety%22&f=false**

8.5 Databáze EBSCO

BARTISSOL, P. The fourth Industrial Revolution. ISE: Industrial & Systems Engineering at Work. 2016, vol. 48, no. 7, p. 36–41.

The article discusses the use of virtual reality (VR) devices on the streamline activities such as testing and site surveying of the industrial engineers. It states that the VR device provides quality training environments for industrial workers and help enhance safety procedures in the workplace. It also notes that the device allow people to hold and manipulate virtual products.

- VIRTUAL reality equipment, INNOVATION adoption, INDUSTRIAL engineers, INDUSTRIAL safety, WORK environment, ECONOMICS

CARTER, R. A. Lightening the Load: studies and technologies focus on making mine rescue physically and mentally less stressful. *Engineering & Mining Journal*. 2018, vol. 219, no. 3, p. 38-41.

The article offers study conducted and technologies developed for maiking the process of mine rescue smooth and less stressful. Topics of dsiscussion includes study conducted by the Laurentian University's Center for Research in Occupational Safety and Health, trainibg module prepared by INSEMEX and use of Virtual Reality (VR) simulation training, with Augmented and Mixed Reality, collectively known as xR.

- MIXED reality, AUGMENTED reality, VIRTUAL reality, MINE rescue work

DHALMAHAPATRA, K.; DAS, S.; MAITI, J. On accident causation models, safety training and virtual reality. *International Journal of Occupational Safety & Ergonomics*. 2020, p. 1–32.

Inefficiency in real-time visualization and user interaction in traditional accident causation models (ACMs) necessitates the development of a dynamic accident causation model, which can foster real-time hazard identification, accident prevention, and interactive safety training. A virtual reality (VR) based accident causation model (VR-ACM) may serve such purpose. In this study, we have done a comprehensive literature review on different ACMs and safety training practices. The limitations of the existing models and practices are identified. A VR-ACM model is proposed comprising three modules: VR based modelling and simulation, accident causation, and safety training. Several research issues for VR-ACM are highlighted. An experimental study with 22 crane operators is presented, showing the applicability of the proposed model. The proposed VR-ACM serves as a medium for analysis of potential underlying causes of accidents, 3D perspective of visual analysis, real-time user interactions, and real-time judgment and decision making.

- accident causation, Hazard identification, safety training, virtual prototype, virtual reality

DICKEY, J. P. et al. Research Using Virtual Reality: Mobile Machinery Safety in the 21st Century. *Minerals*. 2013, vol. 3, no. 2, p. 145–164.

Whole-body vibration is a significant health risk for between 4% and 7% of the work force in North America. In addition, many factors compound the health risks of heavy machinery operators. For example, twisted trunk and neck postures stiffen the spine and increase the

transmission of vibration to the head. Similarly, workers adopt awkward postures in order to gain appropriate lines of sight for machine operations. Although the relative contribution of these various issues can be evaluated in field studies and models, we propose that virtual reality is a powerful medium for investigating issues related to health and safety in mining machine operators. We have collected field data of posture and vibration, as well as visual environment, for a forklift operating in a warehouse. This paper describes the process and outcome of this field data collection, and provides a discussion on the next steps to develop and test the virtual reality model to enable laboratory testing. Our ongoing studies will evaluate the interplay between posture and vibration under conditions replicating routine heavy machinery operations, such as underground mining.

- HEALTH risk assessment, MACHINISTS, OCCUPATIONAL hazards – Research, EMPLOYEE health promotion, POSTURE, NECK, INDUSTRIAL safety

DONG, S.; LI, H.; YIN, Q. Building information modeling in combination with real time location systems and sensors for safety performance enhancement. *Safety Science*. 2018, vol. 102, p. 226-237.

The misuse (including nonuse) of personal protective equipment (PPE) directly catalyzes the changes from incidents to critical accidents and diseases. However, to date, the main control over PPE use is through manual visual inspections, which is time-consuming and more often than not biased. Moreover, the current applications of technologies such as RFID have not guaranteed the proper use of PPE on site. This study introduces a novel approach towards automated remote monitoring and assessing how the PPEs are worn through integrating pressure sensors and positioning technologies. In order to realize such automated control, potential technologies are reviewed and a wireless network architecture composed of end nodes, repeaters/checkpoints and coordinators is considered. The real time location system (RTLS) and virtual construction are developed for worker's location tracking to decide whether the worker should wear helmet and give a warning, while the silicone single-point button is designed to show whether the PPE is used properly for further behavior assessment. The process of data synchronization and fusion of location coordinates and pressure data is described in detail and the system is tested in an open area experiment to prove its feasibility.

EDWARDS, D. Virtual Reality and Working Environment: part 3: getting through to students at an early stage. *TCE: The Chemical Engineer*. 2017, no. 912, p. 48-50.

The article focuses on illustration of virtual reality (VR) deployment in working conditions along with analysis of working environment at chemical engineering. Topics discussed include consideration an industrial safety maintenance through VR approaches in chemical industries; provision of knowledge among employees related to process safety management; and description of industrial engineering conditions related to occupational safety and health (OS&H).

- WORK environment, VIRTUAL reality in engineering, CHEMICAL industry safety measures, PROCESS safety management, INDUSTRIAL safety

EIRIS, R. …[et al.]. Safety immersive storytelling using narrated 360-degree panoramas: a fall hazard training within the electrical trade context. *Safety Science*. 2020, vol. 127.

Defining fall hazard scenarios within the electrical trade context. • Development of a safety immersive storytelling platform using 360-degree panoramas. • Immersive storytelling and OSHA outcomes are equivalent for the studied fall hazards. • Immersive storytelling provides a realistic safety training experience. Safety training in the United States construction industry commonly employs classroom-based lecture and storytelling techniques to transfer knowledge to workers and professionals. However, low levels of engagement and low-fidelity representations of the construction jobsites have posed limitations for learners to easily visualize and understand hazard conditions. One emerging technology that has the potential to increase engagement and provide high-fidelity visualizations of construction jobsites is 360-degree panorama virtual environments. This study concentrates on using immersive storytelling within digital 360-degree panoramas to improve hazard recognition and risk perception. A proof-of-concept platform was developed to assess the produced virtual training environment in terms of hazard identification, risk perception, and sense of presence. The platform was conceptualized within the visual and narrative context of electrical trade fall hazards, as this trade often perform complex work at elevated surfaces making them especially susceptible to fall related injuries and fatalities. A between-subject pilot study was conducted with forty construction management student subjects, comparatively evaluating safety immersive storytelling and Occupational Safety and Health Administration (OSHA) trained participants (e.g., OSHA 10-hr, OSHA 30-hr). It was found that no statistical differences are present in the average Hazard Identification Index (HII) scores for both approaches, suggesting that the outcomes of the training techniques are equivalent for the narrow scope of fall hazards evaluated in this study (scissor/aerial lifts, scaffolds, roofs/unprotected edges). Nevertheless, time savings in hazard identification training were found; safety immersive storytelling required 15 min of training in contrast 10 or 30 h of OSHA training. Furthermore, it was detected that subjects assigned more or equal risk to ladders, scaffolds, and scissor/aerial lifts hazards for safety immersive storytelling compared to the OSHA condition. Although the subject risk perception scores demonstrate these trends, a statistical analysis performed showed no significant differences between the two experimental groups. All participants perceived that the immersive experience provided a high sense of presence. Based on the experimental results, it was concluded that safety immersive storytelling provides an analogous outcome to OSHA interventions for the studied fall hazards while reducing the required training time.

KATWALA, A. Making factories safer with bots and VR. *Professional Engineering*. 2017, vol. 30, no. 7, p. 10.

The article reports on the use of virtual reality (VR) and collaborative robots (bots) by factories for the safety of their workers. Topics mentioned include the work of automaker Nissan with a local games developer in Sunderland, England, the use of HTC Vive headsets by the workers in the virtual factory floor, and the research by professor Kaspar Althoefer on a collaborative robot using an Xbox Kinect camera that automatically adjust to the movement of the user.

- VIRTUAL reality, INDUSTRIAL robots, AUTOMATIC control of factories, INDUSTRIAL safety, HEADSETS

KWEGYIR-AFFUL, E.; HASSAN, T. O.; KANTOLA, J. I. Simulation-based assessments of fire emergency preparedness and response in virtual reality. *International Journal of Occupational Safety & Ergonomics*. 2021, p. 1–15.

The current study aimed at evaluating the prospects of a three-dimensional gas power plant (GPP) simulation in an immersive virtual reality (IVR) environment for fire emergency preparedness and response (EPR). To achieve this aim, the study assessed the possibility of safety situational awareness, evacuation drills and hazard mitigation exercises during a fire emergency simulation scenario. The study likewise evaluated the safety and ergonomics of the environment while addressing this aim. We employed the virtual reality accident causation model (VR-ACM) for the assessment with 54 participants individually in IVR. Participants were grouped into two according to whether they had work experience in engineering or not. The obtained results suggested that IVR can be realistic and safe, with the potential for presenting hazardous scenarios necessary for fire EPR. Furthermore, the results indicated that there were no statistically significant differences in the perceptions of both groups regarding the prospects of IVR towards EPR.

- emergency preparedness and response, ergonomics, fire evacuation drills, immersive virtual reality, simulation-based, three-dimensional simulation

LEWIS, D. Will virtual reality become the standard in safety training? *Safety & Health*. 1997, vol. 155, no 1, s. 38.

Focuses on virtual reality, a computer-based technology that enables users to visit a simulated, three-dimensional world and interact with its components, as a tool for safety training applications in the United States. Benefits offered by virtual reality; Improvements for virtual reality. INSET: Interactive multimedia brings safety training to your desktop.

LI, H. …[et al.]. Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement. *Safety Science*. 2015, vol. 75, p. 107–117.

Construction is one of the most hazardous industries due to its dynamic, temporary, and decentralized nature. The Hong Kong Commissioner for Labor identifies worker behavior as the root cause of construction accidents. Behavior-based safety (BBS) is one effective approach in managing employee safety issues. However, there is little research on the application of BBS in the construction industry. This research proposes an extension of the BBS approach, proactive behavior-based safety (PBBS), to improve construction safety. PBBS integrates the theory of BBS with the technology of Proactive Construction Management System (PCMS). The innovations of PBBS are: (1) automatically monitoring location-based behaviors; (2) quantitatively measuring safety performance; (3) investigating potential causes of unsafe behaviors; and (4) improving the efficiency of safety management. A pilot study of a Hong Kong construction site practicing PBBS was conducted. The experiment results showed that PBBS performed well on construction accident prevention and the Safety Index (SI) of the two project teams, with increased improvements by 36.07%

and 44.70% respectively. It is concluded that PBBS is effective and adaptable to construction industry.

- Behavior-based safety, Building information modeling, Construction safety, Real-time location systém, Virtual construction simulation

LUCENA, A. F. E.; SAFFARO, F. A. Guidelines for exploring construction sites in virtual reality environments for hazard identification. *International Journal of Occupational Safety & Ergonomics*. 2020, p. 1–10.

The use of virtual reality devices for exploring construction sites is a promising alternative to anticipate problems and reduce the occurrence of work-related accidents. The present study drew comparisons between different ways of performing virtual exploration to improve workers' safety on construction sites. These comparisons allowed the proposal of guidelines for modelling and exploring construction site simulations using low-cost immersive virtual reality devices. Eight construction managers participated in two virtual reality simulations in which they had to identify hazards to the workers. Considering the volunteers' opinion, the time used and the number of hazards identified, the study concluded that the best simulation mode was one in which the user rigidly followed the guidelines of a protocol for their displacement and hazard analysis. The results of the study indicated that the procedures for virtual exploration of the construction site should be standardized, providing greater focus on hazard identification.

- construction safety, Google Cardboard, visualization in engineering

MÓL, A. C. A. …[et al.]. Virtual environments simulation for dose assessment in nuclear plants. *Progress in Nuclear Energy*. 2009, vol. 51, no. 2, p. 382-387.

This work reports results obtained with the use of a game engine as a tool to create and to navigate in virtual environments, to perform simulations and training of workers in risky areas, for safety purposes. The game engine used can be used for non-commercial and educational purposes, and its source code is available for users. Thus, the engine can be modified and adapted for the modeling and simulation of any environment, including the development of new functionalities. A case study is shown, which has the purpose of supporting dose assessment in nuclear plants, for optimization of operational routines in these areas. The implemented modifications are explained, and simulations" results are shown.

NAZIR, S. …[et al.]. Impact of training methods on Distributed Situation Awareness of industrial operators. *Safety Science*. 2015, vol. 73, p. 136–145.

Industrial operators have an important role to play in terms of reducing the probability of accidents by utilizing their awareness and understanding of the system and the situation during normal and abnormal operating conditions. Industrial operators are important barriers against accidents. Distributed Situation Awareness (DSA) has been shown to correlate with positive performance and goal achievement. The role of individual operators as barriers against accidents calls for a greater understanding of DSA in the process industry and industrial plants. Industrial operators must cope with uncertainties with regards to the information they must process in normal and abnormal situations, while working in

geographically dispersed locations and with different teams. The significance of DSA during an abnormal situation increases manifold and influences the possible consequences of an accident scenario. Aim of this article is to consider the effect of two distinct training methods on DSA and safety-related performance of industrial operators during an accident scenario. The results show that participants trained with the help of 3D virtual environments (N = 12) were able to maintain better DSA and performed effectively within a simulated scenario as compared to those (N = 12) trained with a conventional training method.

- Industrial safety, Plant operators, Plant Simulator, Training methods, Virtual environments

PREIMESBERGER, C. Videogame Creator Now Using VR to Train Against Industrial Accidents. *eWeek*. 2018, p. 8.

The article reports on use of virtual reality (VR) training modules, and customized safety program, NextWave Safety Solutions, the startup that developed created the video game "Grand Theft Auto," to prevent industrial accidents. It states that the company has developed the training modules, "Hazard ID" and "Forklift," and safety programs like on-site predictive analytics support to recognize potential hazards. Comments from NextWave chief executive Lorenzo Gallo are presented.

- VIRTUAL reality, INDUSTRIAL safety software, INDUSTRIAL safety equipment, WORK-related injuries, INDUSTRIAL safety

SMITH, S. P. Adult Learners: effective training methods. *Professional Safety*. 2017, vol. 62, no. 12, s. 22–25.

The article focuses on several aspects of training methods for employees and adult learners within companies in the U. S. towards their safety and health. It mentions that workers need to be a part of process for scheduling training and planning retraining; and integrated training can be achieved by including employees throughout a process, from development through validation and feedback. It also mentions need for adopting virtual reality based systems for proving training to employees.

- EMPLOYEE training, INDUSTRIAL safety, INDUSTRIAL hygiene, EMPLOYEES, PSYCHOLOGICAL feedback, VIRTUAL reality, UNITED States

SPEED, V. Stepped Up Awareness. *ENR: Engineering News-Record*. 2017, p. S1-S5.

The article presents news briefs related to occupational health and safety in the construction industry in the U.S. Construction firms are using innovative options like work intrusion alarms, virtual reality headsets and unmanned aircraft to reduce work injuries. The Georgia Institute of Technology will run Professional Master's in Occupational Safety and Health (PMOSH) program in fall 2017. NCCER has launched a pipeline program to offer occupational training in the pipeline industry.

TRIPATHY, D. P. Virtual reality and its applications in mining industry. *Journal of Mines, Metals & Fuels*. 2014, vol. 62, no. 7, p. 184–195.

Virtual Reality (VR) simulations are excellent tools for training, education, simulation of abnormal and dangerous conditions in mines and solving complex problems. Although the concept of VR has been around for nearly half a century, the recent advances in hardware

and software brings this technology to within the budgetary reach of ordinary users and researchers. It is now successfully being used in the minerals industry for: data visualization, accident reconstructions, simulation applications, risk analysis, hazard awareness and training. This paper illustrates the benefits of using advanced computer graphics and VR techniques in the minerals industry with some examples of their applications.

- MINERAL industries, VIRTUAL reality, MINE safety, COMPUTER graphics, INDUSTRIAL safety

ZHAO, D. …[et al.]. Integrating safety culture into OSH risk mitigation: a pilot study on the electrical safety. *Journal of Civil Engineering & Management*. 2016, vol. 22, no. 6, s. 800–807.

Efforts have been taken for years to minimize the occupational safety and health (OSH) risk, but the injury records remain a constant reason for worldwide concerns. Many firms often implement technology as an administrative hierarchy of control (HOC). However, technologies may also actively influence safe practices at the managerial level for administrative HOC. This research examines electrical safety hazards in the U.S. construction industry as a basis for, studying the feasibility of using technology to integrate safety culture into the administrative level of OSH risk mitigation. The researchers introduce the concept of “habitus”, which suggests one possibility for establishing a safety culture that increases workers’ safety performance and integrates into workers’ safety practices through cutting-edge information technology. A prototype application for OSH training based on mobile virtual reality (MVR) technology is demonstrated to help establish habitus in workers’ daily practices, and ultimately to mitigate OSH risks at the administrative level of construction projects. Results from a preliminary validation test strongly support human behavior influence and safe work knowledge comprehension by the prototyped application. Although this prototype is demonstrated as a pilot study of electrical safety, the application is not limited to this area and is scalable to other OSH risks.

- construction, electrical safety, occupational safety and health, risk management, virtual reality

ZHOU, W.; WHYTE, J.; SACKS, R. Construction safety and digital design: a review. *Automation in Construction*. 2012, vol. 22, p. 102-111.

As digital technologies become widely used in designing buildings and infrastructure, questions arise about their impacts on construction safety. This review explores relationships between construction safety and digital design practices with the aim of fostering and directing further research. It surveys state-of-the-art research on databases, virtual reality, geographic information systems, 4D CAD, building information modeling and sensing technologies, finding various digital tools for addressing safety issues in the construction phase, but few tools to support design for construction safety. It also considers a literature on safety critical, digital and design practices that raises a general concern about ‘mindlessness’ in the use of technologies, and has implications for the emerging research agenda around construction safety and digital design. Bringing these strands of literature together suggests new kinds of interventions, such as the development of tools and processes for using digital models to promote mindfulness through multi-party collaboration on safety.

- Construction safety, Design, Digital models, Safety practice

9 Příloha č. 2 Analýza současného stavu

9.1 Principy VR, AR a MR

Při současném rozmachu technologií a jejich návazností na různá odvětví průmyslu a lidských činností je nutné umět rozlišit jednotlivé rozdíly mezi virtuální realitou (VR), rozšířenou realitou (AR) a smíšenou realitou (MR). Pro lepší pochopení se proto jednotlivé rozdíly pokusím stručně popsat.

Virtuální realita (VR)

Při použití konceptu VR jsou uživatelé zcela řadou vjemů ponořeni do počítačově generovaného prostředí. Virtuálně generované prostředí působí především na jejich zrak, sluch a u některých aplikací na hmatové vjemy. Virtuální realita je proto v současnosti popisována jako jedna z nejvíce pohlcujících technologií, která se právě prostřednictvím vlivu obrazu, zvuku a hmatu snaží uživatele umístit do uměle vytvořených prostředí. VR aplikace se nyní používají v mnoha průmyslových odvětvích, strojírenství a stavebnictví, zdravotnictví, vzdělávání, vědě a výzkumu, podnikání, armádě a dalších.
U většiny aplikací je virtuální prostředí tvořeno pomocí brýlí a sluchátek nasazených na hlavě uživatele. VR aplikace jsou tvořeny tak, aby uživatel co nejvíce vnímal uměle vytvořené prostředí, v němž se pohybuje.
Nástroje pro virtuální realitu pomáhají v současnosti navrhovat, plánovat, učit, vzdělávat, komunikovat, vzdáleně spolupracovat a ovládat zařízení různé složitosti.
K tvorbě VR prostředí se dnes nejvíce využívají nezávislá virtuální zařízení v podobě bezdrátových virtuálních náhlavních souprav, nebo zařízení umístěných na hlavě spojených s řídícím počítačem pomocí kabelů.

Rozšířená realita (AR)

Rozšířená realita se, na rozdíl od VR, snaží o překrytí reálného světa s uměle vytvořeným prostředím nebo objekty, které jsou do reálného světa umístěny pomocí různých technologií. Nejznámějšími aplikacemi, které se snažili o vytvoření AR, jsou třeba hra Pokémon GO, nebo IKEA obchodní aplikace, která pomáhá nakupujícím vizualizovat, jak budou některé produkty vypadat ve svém domě, než si je zakoupí. Aplikace IKEA překrývá virtuální verze produktů s reálným obrazem obytných prostor zákazníků.
Rozšířená realita na rozdíl od plné pohlcení ve VR se snaží pomocí technologie vylepšit reálný svět doplňujícími objekty, jako jsou obrázky, text a další virtuální informace. V současnosti se nejvíce využívají zařízení, jako jsou heads-up displeje, smartphony, tablety, chytré čočky a AR průhledové brýle.

Smíšená realita (MR)

Prostředí se smíšenou realito jde o kus dál za schopnosti AR. V MR aplikacích se předpokládá, že uživatelé mohou v reálném čase a prostředí komunikovat s virtuálními objekty, které jsou prostřednictvím zobrazovacích technologií umísťovány do reálného světa. Virtuální objekty jsou vytvořeny tak, aby reagovaly na uživatele, jako by se jednalo o skutečné objekty.

K vytvoření kombinovaného prostředí digitálního světa s realitou se dnes využívají buďto MR uzavřené headsety s kamerami, průsvitné brýle.

K tvorbě prostředí a aplikací ve smíšené realitě je ale potřeba mnohem více výpočetního výkonu než pro VR nebo AR aplikace.

9.2 Porovnání základních specifik online a VR školení

Online výukové produkty x VR vzdělávání

Většina online nástrojů se zaměřuje pouze na obsah, takže neexistují nástroje, jak kvantifikovat procesní dovednosti procvičované v průběhu školení a měřit pokrok. Uživatelé také nemohou cvičit a aplikovat to, co se naučili v online prostředí.	**ZKUŠENOST**	Prostřednictvím VR je možné na účastníky školení přenést jak znalost, tak i procesní dovednost a vliv prostředí. Ve VR mají účastníci možnost procvičovat klíčové dovednosti v realistických scénářích VR. Hodnotitelé mají možnost sledovat přímo reakce účastníků a analyzovat jejich chování a zapojení do činnosti.
Většina z nich postrádá hloubku obsahu a simulací prostředí, kde mohou zaměstnanci procvičovat jakousi formu dovednosti, což vede větší teoretizaci školení.	**OBSAH**	Díky vhodným stimulačním technikám a znalostnímu obsahu umístěnému do konkrétního prostředí se zaměstnanci mohou naučit dovednosti potřebné ke zlepšení svých rolí. Obsah VR je možné vytvořit v reálném prostředí, ve kterém se má odehrávat pracovní činnost, takže scénáře VR jsou pak zcela relevantní pro školení.
Cena školení se výrazně liší v závislosti na obsahu, platformě a poskytovateli. Do doby ověření aplikovatelnosti školení je ale její návratnost velmi diskutabilní. Mnohdy musíte hledat jiného poskytovatele, abyste našli správný obsah.	**CENA**	V rámci VR školení si můžete snadno vyzkoušet přímou interakci pro konkrétní kurz, vidět a vnímat dopad nebo vliv virtualizace.. Samostatné náhlavní soupravy VR mohou být sdíleny mezi zaměstnanci nebo mohou vytvářet v závislosti na programovém vybavení provázané kolaborativní skupiny.
Většina online poskytovatelů nemůže porovnávat současné dovednosti studenta ani vám poskytnout přehled o tom, jak se dovednosti zlepšují.	**MĚŘENÍ POKROKU**	Díky hodnocením a analýzám dovedností ve VR můžete kvantifikovat zlepšení vašeho týmu a v průběhu času vidět měřitelná zlepšení.
Většina z online kurzů pouze potvrzuje dokončení kurzu nebo absolvování teoretického testu, které neměří skutečný růst dovedností.	**DOPAD**	Pomocí analýzy zaměstnanců můžete měřit pokrok směrem ke konkrétním cílům a technikám, které se měli účastníci v průběhu školení naučit aplikovat. Můžete také vidět, jak účastníci vnímají obsah a jak si vedou ve školicích prostředích VR.

9.3 Příklady praktických použití VR, AR a MR v různých oborech lidské činnosti.

Dnešní rozvoj technologií a výpočetní techniky přináší uživatelům a vývojářům obrovskou řadu možností, jak pomocí těchto nových trendů obohatit nebo vylepšit současné oblasti lidské činnosti. V řadě oborů lidské činnosti se obecně potýkáme s požadavky na snižování výrobních a cestovních nákladů, požadavky na učení postupů a procesních událostí, prvky interaktivity a vzdálené spolupráce a v neposlední řadě s požadavky marketingových společností a výrobců přilákat naši pozornost na vhodné výrobky a služby, jejichž nákup by bylo možné realizovat co nejvíce z pohodlí domova nebo kanceláře.

Automobilový průmysl

VR a AR technologie umožňuje inženýrům a konstruktérům snadno experimentovat s vzhledem a stavbou vozidla před uvedením drahých prototypů do zkušebního provozu. Značky jako BMW a Jaguar Land Rover již používají VR k tomu, aby v rané fázi návrhu a inženýrských postupů zkontrolovaly vizuální design a vzájemné umístění ovládacích afunkčních prvků vozidla ještě před tím, než vynaloží finanční prostředky na fyzickou výrobu prototypových dílů.
VR šetří automobilovému průmyslu miliony tím, že snižuje počet prototypů postavených vozidel.

Zdravotní péče

Oblast zdravotnictví a zdravotní péče sama je další oblastí, kde může mít VR technologie významný dopad. Zdravotničtí pracovníci v současnosti používají virtuální modely a učení procesních postupů především k tomu, aby se připravili na práci ve skutečném prostředí ordinací, operačních sálů nebo na práci při určitých typech činností jako jsou např. operace pomocí robotických manipulátorů, nebo jiný velmi drahých přístrojů a operačních úkonů, u kterých je důležitá především procesní stránka věci. Technologie AR a AVR v současnosti neumějí podporovat požadavky na nácvik zručnosti operačních technik a konkrétních lékařských výkonu.

Kromě pracovních činností se v zahraničí využívá VR technologie jako pomůcky pro zklidnění a snižování úrovně bolesti při léčbě pacientů v popáleninových centrech.

VR se využívá také jako doplněk léčby duševních problémů, a to pomocí expoziční terapie virtuální reality, která je považována za obzvláště účinnou při léčbě PTSD a úzkosti.

Virtuální realitu (VR) a rozšířenou realitu (AR) lze definovat jako sady trojrozměrných prostředí, se kterými je člověk se schopen integrovat v reálném čase a vytváří tak pocit ponoření podobný skutečnému životu. Ponoření a interakce jsou ve skutečnosti charakteristické součásti tohoto druhu technologie. Pokud je tato vazba dobře naprogramována a pacient je správně veden školeným psychoterapeutem je možné pomocí expoziční terapie dosahovat při léčbě řady duševních poruch velmi dobrých výsledků.
V psychoterapii virtuální prostředí reprodukují relevantní konfigurace stimulace pro intervenci v oblasti duševního zdraví a také umožňují manipulaci s určitými proměnnými za účelem kontroly a přizpůsobení intervence charakteristikám pacienta. Tato technologie umožňuje terapeutům pracovat způsobem, který nelze v reálném životě reprodukovat. Nabízí jim

možnost vyhodnotit situaci a zasáhnout společně s pacientem „v rámci“ konkrétní situace bez nutnosti opustit ordinaci. Umožňuje nám také opakovat určité podmínky tolikrát, kolikrát je potřeba k dosažení terapeutického cíle (habituace, reciproční potlačení úzkostné reakce, relaxace...). A pomáhá nám to plánovat personalizovaným způsobem, manipulovat s konfiguračními proměnnými a okamžiky, kdy jsou určité události inicializovány, fázemi intervence atd.

Existuje mnoho dalších způsobů, jak trávit čas ve VR může mít terapeutické výhody. Z pohledu pacientů má tedy současná technologie VR a AVR stále řadu omezení a negativních vlivů, které převažují nad výhodami a cenou této technologie.

Maloobchod

V současnosti, a to nejen v době pandemických stavů se řada prodejců potýká s problémem, jak zlepšit a zefektivnit úroveň nakupování. Problém s online nakupováním spočívá v tom, že si nemůžeme vyzkoušet oblečení, které chceme, než je koupíme, což vede k nákupu dvou velikostí a odeslání jedné zpět, nebo objednání jedné velikosti které ne vždy spotřebiteli vyhovuje. Tato situace by se mohla brzy změnit s technologií skenování těla ve VR, která by nám umožnila vyzkoušet si oblečení ve virtuálním světě, abychom zjistili, jak konkrétně dané oblečení na nás vypadá.

Různé společnosti se v současnosti snaží přinést zážitky z nakupování ve VR do reality. V Evropě je známá snaha společnosti ASOS začít využívat VR technologií k nakupování. Tato společnost proto investovala do společnosti Trillenium pro vývoj softwaru v oblasti VR nemalé prostředky.

V loňském roce společnost eBay ve spolupráci s australským prodejcem Myer spustila „první reálný obchodní dům ve virtuální realitě na světě“.

Cestovní ruch

Představte si, že můžete zažít část Vaší dovolené a vidět místo kam budete cestovat ještě dříve, než si dovolenou koupíte. To je přesně to, co by nám budoucnost VR mohla přinést. Průmysl cestovního ruchu podniká první kroky, aby zákazníkům umožnil vycestovat pomocí virtuálních prohlídek hotelů, restaurací a turistických památek s průvodcem z pohodlí domova nebo cestovní kanceláře.

Společnost Thomas Cook spustila svoji aplikaci „Try Before You Fly“ již v roce 2015. Pomocí této aplikace mohou potenciální rekreanti navštívit, hotely, místa a turistické atrakce předtím, než se vydají na skutečnou dovolenou a zaplatí rezervační poplatek. Právě podle zkušeností Thomas Cook z let 2016-2019 došlo při použití VR technologie při rezervaci výletů do New Yorku k 190% zvýšení prodeje těchto zájezdů poté, co lidé si vyzkoušeli 5 minutovou verzi dovolené ve VR. Společnost TC i nadále svoji aplikaci neustále vylepšuje a Google Expeditions je dalším způsobem, jak se cestovní ruch může stát dostupnějším. Uživatelé mohou cestovat po světě z pohodlí svého domova, což umožňuje lidem všech věkových kategorií a prostředí prozkoumat jak korálové útesy, tak i třeba povrch Měsíce nebo Marsu.

Realitní trh

Trh s realitami je jednou z výrazně se rozšiřujících oblastí. Pomocí VR se můžete rozhlédnout po nemovitostech z pohodlí vašeho stávajícího domova nebo realitní kanceláře. Není potřeba nikam cestovat, obtěžovat současné majitele, nebo hledat vhodný termín návštěvy. Nové technologie a programové nástroje umožňují lidem prozkoumat nemovitosti online a pak si prohlédnout pouze ty, které s největší pravděpodobností vzhledem k vyvolanému zájmu koupí. Kombinací SW Matterport a VR tak může realitní společnost pomocí skenovacích nástrojů vytvářet virtuální prohlídky nemovitostí. Prohlíženou nemovitost tak můžete nejen virtuálně navštívit, ale pomocí audiovizuální techniky získat dokonalý přehled o okolním prostředí dané nemovitosti.

Architektura

VR a AVR postupně mění způsob, jakým architekti navrhují a prezentují svoji práci. VR umožňuje vidět nejen to, jak bude budova nebo navržený prostor vypadat, ale umožňuje vám také navodit pocit z přítomnosti na daném místě. Pro majitele domů mohou prostor zažít před jeho fyzickým stavěním a provádět změny v reálném čase, což zákazníkovi a architektovi šetří čas a peníze (stejně jako rostoucí spokojenost po dokončení projektu).

Architekti používají 3D modely již roky, ale pomocí pohlcujících nástrojů, jako je Iris VR, jim umožňuje pochopit a prozkoumat prostor na nejhlubší možné úrovni.

Hazardní hry

Nyní můžete hrát poker pro více hráčů ve VR s Poker VR. VR vám vytváří dojem, jako kdybyste byli ve skutečném kasinu, kde můžete mluvit s ostatními hráči a číst jejich řeč těla. V současné době je tato konkrétní aplikace omezena a její herní fond je ve výši $5000.

Učení a rozvoj

Trh Learning a development se začíná pomalu otevírat VR, přičemž společnosti jako VirtualSpeech poskytují školení VR pro měkké dovednosti. Kombinují VR aplikace s Web VR a integrují své firemní školení do současných LMS. Díky tomu je školení dostupnější, levnější a zvyšuje úroveň udržení učení. Obdobně jako je tomu u aplikací VR ve zdravotnictví, je použití VR prozatím technologicky omezeno především na statické aplikace procesních a měkkých dovedností, které sebou nepřinášejí tolik obtíží spojených s pohybovými aktivitami při výuce.

Nastupující změny v poskytování zdravotní péče mají významný dopad na strukturu vzdělávání zdravotnických pracovníků. V současné praxi v přípravě lékařů a zdravotnických pracovníků se uvádí, že lékařské znalosti se každých 6–8 let zdvojnásobují a každý den se objevují nové lékařské postupy. Přestože je inovace lékařských informací krátký, průměrný lékař praktikuje 30 let a průměrná sestra 40 let. Další vzdělávání tak představuje důležitou výzvu, které je třeba čelit. Virtuální realita představuje proto jednu z možných metod, která by při vhodné aplikaci mohla přinést zkvalitnění vzdělávání zdravotnických pracovníků. Školení virtuální reality může poskytnout bohatý, interaktivní a poutavý vzdělávací obsah, a tak podporovat zážitkové učení se praxí; může ve skutečnosti přispět ke zvýšení zájmu a motivace u účastníků školení a vést tak k účinné podpoře získávání a předávání znalostí a určitého typu dovedností, protože proces učení lze usadit v rámci zkušeností a spolupráce.

Současné virtuální tréninkové aplikace pro zdravotnictví se velmi liší jak v jejich technologické/multimediální náročnosti, tak v typech trénovaných dovedností, například od telesurgických aplikací přes interaktivní simulace lidského těla a mozku až po virtuální světy pro nouzový výcvik. Mezi další zajímavé aplikace patří vývoj imerzivních 3D prostředí pro školení psychiatrů a psychologů v léčbě duševních poruch. Hlavním cílem tohoto příspěvku je diskutovat zdůvodnění a hlavní přínosy využití virtuální reality ve vzdělávání a školení ve zdravotnictví. Představeny budou také významné výzkumy a projekty realizované v této oblasti a následně budou diskutovány klíčové otázky týkající se současných omezení a budoucích směrů rozvoje.

Nábor

Lloyds Banking Group zavedla VR pro hodnocení absolventů přijímaných na vybrané pracovní pozice a stáže v roce 2017. Na základě prvotních zkušeností se předpokládá, že v budoucnu by virtuální prostředí mohlo pro určité pracovní pozice a činnosti nahradit hodnotící dny a pohovory samotné, což by ušetřilo náklady a čas jak pro zaměstnavatele, tak pro potenciálního zaměstnance.

Zábava

Zábavní průmysl je v současnosti největším uživatelem virtuálních technologií. Přes veškerá omezení a negativa současných technologií se VR používá v zábavním průmyslu ke zvýšení zážitků s 360 filmy a hrami (Příklady na YouTube) a zvýšení vašeho emocionálního a pocitového spojení s prostředím / nebo postavami. Aplikace Disney Movies VR například zavede uživatele na akce odehrávající se na červeném koberci filmových festivalů a vtáhne účastníky do rozhovoru s postavami z „Knihu džunglí“.

VR by také mohla způsobit revoluci ve způsobu, jakým je mediální obsah vytváří. Flipside je nyní nejrychlejší způsob, jak dělat pořady, které lze zobrazit prostřednictvím tradičních kanálů, jako je YouTube, Twitch nebo Facebook živě a uvnitř samotné virtuální reality.

Je nutné podotknout, že některé ze zemí z mnoha důvodů prozatím omezují použití VR technologií v zábavním průmyslu pro mladistvé do 12-15 let.

Vzdělávání

VR by mohla způsobit revoluci ve vzdělávání tím, že by studentům umožnila učit se zážitkem, který je vtáhne do problému a umožní jim realizovat aktivity a zažít věci, které by při běžné výuce nebyly možné. Unimersiv mají aplikace, které uživatelům umožňují prohlídku starověkého Říma, prozkoumání lidského mozku a nalodění na Titanic. Immersive VR Education budují VR učebnu / zasedací místnost se svým produktem „Engage“, kde se žáci mohou učit od lektorů po celém světě pomocí kolaborativních aplikací.

Sport

VR technologie mohou změnit způsob, jakým v současnosti sledujeme sportovní přenosy. Několik VR společností se specializuje na sledování živých sportovních událostí a přenosů. Můžete například sledovat NBA, NFL a další události ve VR. Společnosti jako Cosm Immersive umožňují provozovatelům vysílání a sportovním týmům poskytovat živé sportovní zážitky i na mobilním VR.

To je skvělý způsob, jak otevřít živé sportovní události lidem, kteří nemohou cestovat na místo konání nebo si nemohou dovolit vstupenky na sledování sportu osobně.

BT Sport vysílal finále Ligy mistrů UEFA ve 360stupňové VR prostřednictvím YouTube a aplikace BT VR, vše zdarma. Zápas jste mohli sledovat z několika míst na stadionu, jako byste tam opravdu byli. Iniciativy, jako je tato, pomohou změnit způsob, jakým jsou sporty sledovány.

Umění a design

S technologií VR lze vytvářet nejen umělecká díla v životní velikosti, ale je možné se stát přímo jejich součástí. Můžete tak vstoupit přímo do svého obrazu, sochy nebo jiného uměleckého díla a stát se jeho součástí. Nejznámější aplikací pro vytváření umění ve VR je Tiltbrush a je úžasné, co se některým lidem podařilo v tomto prostředí namalovat. Můžete také vytvořit virtuální 3D modely a sochy s MasterpieceVR.

Prezentační akce a konference

Vzhledem k tomu, že VR umožňuje jednotlivcům být součástí neomezeně velkého virtuálního prostředí, poskytuje tak organizátorům velkých akcí možnost přizvat více jednotlivců na jedno virtuální místo. Paul McCartney například vydal 360stupňovou koncertní nahrávku prostřednictvím aplikace pro virtuální realitu propojené s levnou náhlavní soupravou Google Cardboard.

VR technologii lze použít podobným způsobem, pro účast na semi-virtuální konferenci. V tomto případě, ale účastníci události používali VR headsety ke zvýšení kolektivního zážitku z celé akce. Příkladem takovéto události byly prezentace na Mobile World Congresu v roce 2016, kdy účastníci konference nosili VR headsety, které byly použity jako prezentační.

Relaxace a regenerace

S nárůstem popularity wellness, relaxační a meditační techniky není divu, že existují VR aplikace, které umožňují uživatelům ponořit se do meditativního prostoru. Řízené meditace a relaxace ve VR jsou stále populárnější. Umožnují obklopit se uživatele krásnými 360stupňovými scenériemi uklidňujího prostředí, zatímco poslouchají relaxační hudbu a meditaci s průvodcem.

Sociální vazby a interakce

Ve VR prostoru v oblasti sociálních vazeb a interakcí již působí několik společností, jako jsou High Fidelity, vTime, AltspaceVR, Oculus Rooms and Parties a VRChat. Altspace je jedním z nejpopulárnějších a pořádá pravidelná komunitní setkání účastníků na různá témata.

Charita

Jednou z nejlepších věcí na VR je jeho schopnost vyvolat emoci a empatii. Díky tomu je princip nesmírně cenný pro charitativní organizace, protože může být použit ke zvýšení porozumění problému.

Lidé jsou pomocí VR vtaženi do prostředí a problémů potřebných a v některých případech i zcela ponořeni do situace, se kterou by se jinak nebyli s určitými událostmi schopni spojit

nebo se k ní přiblížit. Například v roce 2015 Unicef použil video „Mraky nad Sidrou“ ke zdvojnásobování svých darů na práci se syrskou uprchlickou krizí.

Marketing

Marketing je stále více o tom, jak marketingové společnosti dokáží ovládat zákazníky pomocí jejich pocitů. Používání VR je tedy přirozenou možností rozšířit jejich možnosti a vtáhnout zákazníky do další dimenze. Coca-Cola byla jednou z prvních společností, která vyzkoušela virtuální zážitky ve svém marketingu, když v Polsku transformovala svou vánoční reklamu na VR technologie.

Pro univerzity je také stále populárnější vytvářet virtuální prohlídky univerzitních prostor Princeton, Yale a Columbia VR vyzkoušely jako jeden ze způsobů, jak přilákat více studentů, aby si moly prohlédnout svůj budoucí kampus.

Cestování, poznávání a volnočasové aktivity

Ve VR je k dispozici mnoho volnočasových aktivit ze skutečného života. Pohlcující zážitek VR ta tyto aktivity činí ještě příjemnějšími a dostupnějšími. Pokud jste fanouškem kulturních aktivit, můžete navštívit muzea, jako je Přírodovědné muzeum v Londýně, nebo pokud jste spíše hledač vzrušení, v Číně se otevírá dokonce zábavní park VR. Jedním z nejunikátnějších způsobů, jak je VR používáno, je Galatea, která poskytuje nástroj pro správu psaní a vyprávění pro pohlcující vyprávění příběhů.

Použití VR při výcviku policejních složek a armády

Stejně jako u armády používají policejní složky AR a VR nástroje k výcviku personálu v simulovaných scénářích s vizuálními, sluchovými a fyzickými podněty (od štěkání psů a pouličního hluku až po zvuky při použití zbraně).

Tyto technologie dokonce umožňují policejním silám eskalovat nebo deeskalovat simulované interakce stážistů s jednotlivci ve virtuálním tréninkovém prostředí, což pomáhá účastníkům cvičit rozhodování a kritická rozhodnutí ve stresu.

Novinářská práce a žurnalistika

Pomocí VR můžete sledovat zpravodajské příběhy a dokumenty ve VR. New York Times už do tohoto prostoru vstoupil a je jen otázkou času, než se k nim připojí další média. V aplikaci NYT VR můžete zažít příběhy lépe, než je jen poslouchat. VR simulace umožňuje vytvořit virtuální vjem tak, jako byste stáli naproti novináři, kde se příběh děje.

VR pravděpodobně v budoucnu ovlivní naše pracoviště, koníčky a společenský život – a to možná dříve, než si myslíme. Možnosti VR se nestále rozšiřují; Jediné věci, které nemůžeme nahradit ve VR, jsou komplexní pohyb, celkové vnímání prostoru pomocí kombinace smyslů, jídlo a spánek, prozatím.

9.4 Školení/ vzdělávání ve virtuální realitě v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví

Priority v oblasti VR v BOZP se v současnosti zaměřují především na:

- rozpoznávání rizik,
- procesní učení kritických postupů
- procesní učení při eliminaci nebezpečných událostí
- řešení nouzových situací
- školení při ovládání určitých typů strojů a zařízení
- prvotní nácvik ovládání VZV, bagrů, zemních strojů, zakladačů atd..
- prvotní nácvik pracovních postupů a kontroly kritických míst při sváření a pájení
- školení bezpečnosti práce při ovládání zařízení a strojů využívajících k ovládání kamer a interaktivních ovladačů jako jsou manipulátory, jeřáby, nakládací ramena atd..
- některé typy školení o ochraně při práci ve výškách a ochraně proti pádu. Tento typ školení se využívá především tam, kde je potřeba upozornit na kritické místo ztráty rovnováhy nebo nebezpečí pádu při nedodržení stanovených postupů.

Základním principem použití VR aplikací je v současnosti jednoduchost. Možnost účastníka školení nepohybovat se a setrvat na jednom místě, ze kterého provádí nácvik činnosti a využití VR aplikací v průběhu krátkého časového úseku obvykle 5–10 min. Obecně provedené studie ukazují, že současné využití VR technologie by nemělo překročit dobu 20 minut.

Podle obecných doporučení se užití VR v oblasti BOZP a ochrany zdraví zaměřuje především na počáteční fáze školení určení k seznámení se s problematikou a základními postupy a vytvoření mezikroku mezi teoretickým školením v učebnách a praktickým nácvikem činností v terénu. V současnosti VR v oblasti BOZP nemá zatím ambice plně nahradit praktické tréninky a nácviky činností

VR technologie lze také s výhodou využít pro účely prvotního testování a ověření znalostí účastníků školení předtím, než na školení nastoupí. Cílem je zjistit současný stav znalostí a způsobů chování a na základě nich stanovit konkrétní cíle tréninků a školení a zvýšit jejich celkovou efektivitu.

Oblast použití VR se společnosti snaží rozšířit o výcvik VR pro požární hlídky, prevenci a represi horkých prací, práci ve stísněných prostorách, na lešení a práci s chemickými látkami a nebezpečnými substancemi.

Pro pracovníky ve stavebnictví jsou vyvíjeny aplikace, které umožňují interakci pracovníků na stavbách s různými typy kontrolních robotů a dronů, které se ovládají vzdáleně pomocí kamer. Právě v těchto oblastech je využití VR technologií velmi výhodné, protože umožňuje dobře navázat na reálný způsob ovládání zařízení.

9.5 Možné problémy s použitím VR a ergonomií

Při využití technologie VR se stále potýkáme s následujícími nedostatky, které je nutné při použití VR technologií a aplikací buďto eliminovat nebo mít připravena další opatření k eliminaci jejich vlivu:

- orientace v prostoru při statických pozicích a při pohybu s VR
- pozice rukou a způsob ovládání ovládacích prvků
- změna vnímání prostředí kolem
- neurokinetické rozdíly ve vnímání pohybu a postavení těla a jeho jednotlivých částí
- absence nácviku manipulace se skutečnými předměty (váha, odezva, reakce na vykonávanou činnost, správné použití síly, jemná a hrubá motorika)
- způsob komunikace a zpětné vazby při nácviku spolupráce více osob
- únava a přetěžování očí
- schopnost efektivního zpracování přijímané informace a jejího přenesení do reálného světa
- namáhání krční páteře a hrudníku
- věkové a generační rozdíly při použití VR technologií v návaznosti na zdravotní stav osob

9.6 Na co si dát pozor při používání a tvorbě aplikací VR, AR a MR

Nové moderní technologie jako Virtuální realita (VR), rozšířená realita (AR) a Smíšená reality (MR) nabírají pomalu na obrátkách a postupně se rozšiřují do řady různých odvětví. O jejich využití se uvažuje nejen v herním průmyslu, ale především v technických oblastech a oblastech výuky a vzdělávání. Přes rychlost rozvoje aplikací a různé použití VR, AR a MR technologií a aplikací se ale prozatím velmi málo hovoří o jejich dopadu na lidské tělo a o případných rizicích a vlivech.
Prozatím rozmach technologie, komerční zájem a neznalost celého prostředí převažuje nad možnými nebo již známými riziky a omezeními těchto technologií.
V posledních letech se hlavní pozornost soustředila na to, jak dokážeme znovu vytvořit přirozený lidský pohyb ve virtuální realitě a jak jej dokážeme přesně změřit, aby pohyb uživatele v reálném světě odpovídal stejné změně ve virtuální realitě.
Všechny náhlavní soupravy VR mají určitou formu pozičního sledování, a přestože existuje značný rozdíl mezi tím, jak různé modely fungují, jejich funkce sledování se obecně dělí do tří odlišných kategorií, které se liší především „stupněm volnosti“, které nabízejí.

Tři stupně volnosti (DoF):
Náhlavní soupravy, které využívají sledování tří stupňů volnosti (3DoF):

- Všechny náhlavní soupravy VR založené na telefonu včetně Google Cardboard, Samsung Gear VR, Google Daydream a také některé samostatné náhlavní soupravy, jako je Oculus Go (vydáno v roce 2018).

- Toto je nejjednodušší forma sledování pohybu ve virtuální realitě. Tato funkcionalita zcela se spoléhá na vestavěné senzory (akcelerometry, gyroskopy a magnetometry), které telefony nebo jednoduché náhlavní VR soupravy používají k měření pohybu.
- Tyto nástroje v podstatě umožňují zařízení měřit, jak se pohybuje ve třech rovinách směrové rotace. Určité pohyby jsou těmito senzory registrovány a překládány tak, aby program VR spuštěný v telefonu nebo soupravě mohl reagovat relativně v reálném čase.

Šest stupňů svobody (DoF

Náhlavní soupravy, které používají sledování šesti stupňů volnosti (6DoF):

- Náhlavní soupravy na bázi PC včetně Oculus Rift, HTC Vive, Windows Mixed Reality.
- Sofistikovanější verzí sledování polohy je Six Degrees of Freedom (DoF), která zahrnuje tři rotační měření (válcování, klopení a zatáčení) a přidává další tři směrové pohyby, které člověku umožňují pohybovat se ve virtuálním prostoru mnohem lépe, a nemusel jen stát na jednom místě.
- Tento typ sledování pohybu je zásadní pro tvorbu správného využití VR a dává uživateli mnohem více svobody pohybu.
- Díky šesti stupňům volnosti (6DoF) jsou sledovány jak náhlavní souprava, tak ovladače, které nosí uživatel. Toho lze dosáhnout buď pomocí externích senzorů pro zachycení pohybu nebo pomocí senzorů připojených k samotné náhlavní soupravě, které nepřetržitě přenášejí pozici náhlavní soupravy a ovladačů zpět do počítače. Ke správnému umístění objektu do prostoru je však nutné zajisti sledování prostoru a pohybu objektu s náhlavní soupravou a ovladači ve sledovaném prostoru.

Pro další vysvětlení se pokusíme na základě informací výrobců technologií a aplikací a výsledků doposud uveřejněných studií shrnout body, kterým by se měla při použití VR, AR a MR technologií a aplikací a jejich vývoji věnovat zvýšená pozornost:

1) VR, AR a MR aplikace by měly být přizpůsobeny věku a cílové skupině uživatelů.
   a) Vliv věku a cílové skupiny je nutné zohlednit především pro vzdělávací aplikace a aplikace pracující s pohybem lidského těla a lidskou psychikou
   b) Většina současných výrobců doporučuje neužívat VR, AR a MR technologie pro děli do 12/13 let věku a populaci trpící neurotickými obtížemi především epilepsií.

2) Vliv VR, AR a MR na psychiku uživatelů:
   a) Vjem „vtažení uživatele“ do prostředí VR, AR a MR podle některých studií může u citlivých osob vyvolat stres, úzkost nebo ztrátu pohybové koordinace již po několika minutách používání náhlavní soupravy.
   b) V závislosti na tom, jaké obrazové informace jsou prezentovány a jakým způsobem jsou promítány, můžeme nevhodnou formou projekce vyvolat pocit desynchonizace vjemů pro pravou a levou hemisféru. Tento stav může být zapříčiněn např. špatným zobrazením objektů, nevhodnou obnovovací frekvencí, nesprávným nastavení zobrazení pro pravé a levé oko a nevhodným způsobem pohybu a zobrazování objektů ve virtuálním prostoru.

3) Pohyb, stabilita a vnímání prostoru:
   a) Účastníci studií, kteří používali VR náhlavní soupravy, si stěžovali na závratě, nevolnosti a následnou ztrátu pohybové koordinace. Vliv simulovaného pohybu, který nebylo možné správně synchronizovat s pohybem hlavy, končetin a těla uživatele VR, AR a MR technologie měli vliv jak na schopnost pohybu a vnímání prostoru, ale také měli vliv na zvýšení únavy a následnou ztrátu pozornosti.
   b) Výrazného zlepšení se dosáhlo, pokud uživatelé měli možnost řádného nácviku použití VR technologie na jednoduchých aplikacích v sedě, ve stoje a v pohybu, mohli si nastavit uchycení náhlavní soupravy, sluchátek a upravit vzdálenost projekčních ploch a ohniskovou vzdálenost zobrazovaných vjemů.
   c) Při tvorbě aplikaci je nutné zapracovat do systému kontrolní mechanismy, které při snížení pozornosti, nebo koordinační schopnosti přinutí uživatele ukončit činnost a odpočívat.

4) Zvýšená námaha očí:
   a) Některé typy VR headsetů a aplikací mohou způsobovat zvýšené namáhání očí. Zvýšená námaha očí je způsobena především vysokou intenzitou svitu projekční obrazovky, jejím pixelovým rozlišením, krátkou ohniskovou vzdáleností pro akomodaci oka, obnovovací frekvencí, rozsahem pozorovacího úhlu.
   b) Jedním ze současných nedostatků VR HW je schopnost zachování přirozeného pozorovacího úhlu, na který jsou uživatelé zvyklí. Lidé mají obvyklé zorné pole 200 stupňů. 200 stupňů obvykle rozdělujeme na 140 stupňů binokulárního vidění pro vnímání hloubky a 60 stupňů pro periferní vidění. Současné náhlavní soupravy a vytvářené aplikace obvykle z důvodu úspory výpočetního výkonu požívají úhel pro binokulární vidění v rozmezí 30-60 stupňů, ale periferní vidění je obvykle omezováno na 20-35 stupňů.
   c) Pro správné vnímání jednotlivých virtuálních objektů v prostoru je nutné také volit správnou kombinaci barev, aby naše oči mohli správně virtuální objekty vnímat. Špatná kombinace barev, pozorovacích úhlů a intenzity světla pak dělá problém určit vzdálenost samotného objektu ve scéně a v mnoha případech mozek virtuální objekty vyhodnocuje v nereální pozici, nebo si myslí, že se pohybují, přesto, že jsou statické. Na základě tohoto zkreslení dochází následně k neurokinetické deprivaci.
   d) Správným způsobem tvorby aplikací je možné výše uvedené nedostatky z části nebo zcela eliminovat. Zářným příkladem jsou medicinské aplikace vyvinuté pro zlepšení zrakové ostrosti v amblyopii a pro zlepšení koordinace očí a rukou, vnímání hloubky, reakční doby a koordinace očí.

5) Jaká jsou hlavní rizika námahy očí pro děti a dorost:
   a) Vzhledem k tomu, že schopnost binokulárního vidění a následná neuromotorická vazba není vrozená, nýbrž se u každého jedince vyvíjí od narození do jednoho roku a v dalších letech dochází ve všech složkách – optické, motorické, senzorické k jejich rozvoji a upevňování funkčnosti (6 až 8 let, 8–12 let, 12-15 let) je nutné proto dodržet základní zásady práce s VR, AR a MR technologií a způsobem jejího použití pro osoby mladší 15 let.

6) Jaká jsou hlavní rizika námahy očí pro dospělé:
   a) U dospělých v závislosti na stáří a zdravotním stavu se mohou při použití VR, AR a MR technologií projevovat pocity nevolnosti, prostorové a pohybové dezorientace, ztráty koordinační přesnosti a dezorientace a psychické nestability. Tyto stavy mohou být spojeny především s již výše popsanými vjemovými vlivy, narušeným stereoskopickým vnímáním a poruchami vestibulárního a neurokinetického charakteru. Jedním z hlavních nedostatků kromě změny pozorovacích úhlů je velikost a rychlost pixelů nebo celých objektů pohybujících se ve vašem zorném poli. Čím více se zobrazovaná změna pohybu nebo pozice virtuálního objektu liší od skutečné rychlosti nebo pozice uživatele tím větší je ovlivnění našeho mozku, neurokinematiky pohybu nebo postavení jednotlivých částí těla (lidské tělo je schopno vnímat a rozlišovat postavení jednotlivých kloubních spojení a porovnávat mezi sebou jejich polohu, rychlost a způsob vzájemného pohybu jednotlivých segmentů – ruka/ zápěstí předloktí/ loket/ paže/ rameno). Tato negativní vazba vzniká i v případě, když se jedná o optický vjem, jako jsou nepřesné pohyby rukou nebo nohou, pohyby s velkým rozpětím nepřesnosti ovládacích prvků nebo pohyby scény vyvolané nějakým ovládacím prvkem, přesto, že naše tělo stojí a nepohybuje se. I další obdobné virtuální prvky jako jsou např. pohyb scény kolem nás simulující chůzi, pád, vznášení, přemístění ve VR, vyvolávají při dlouhodobějším působení, změnu chování a vnímání pohybů a stability našeho těla. Dalším důležitým prvkem, který umožňuje zlepšit vnímání časoprostorové linie je např. eliminace efektu plovoucích obrazů/ pixelů pomocí řízené fokusace a zaměření zrakového vjemu na vyhrazený prostor buďto ztmavnutím okrajů obrazu nebo tvorbou záchytných bodů na které se musí uživatel v opakovaných/ definovaných intervalech soustředit.

9.7 VR Sickness – zdravotní obtíže související s používáním VR technologií

Jedním z problémů virtuální reality, který se objevil již před mnoha lety, byl účinek kinetózy. Tyto obtíže vznikaly především nesprávným použitím náhlavních souprav a použitím nevhodných aplikací, které byly zobrazovány účastníkům pomocí virtuálních brýlí v náhlavní soupravě.

Obtíže vznikají především v případech, kdy tvůrci pracují s omezenou škálou obrazových a zvukových prožitků, které nejsou spojeny s přirozeným pohybem lidského těla, který má účastník filmu, hry nebo školení vykonávat v rámci virtuálního prostředí. Z pohledu technologie tvorby VR aplikací má velký vliv především nižší obnovovací frekvence obrazu, změna pozorovacích úhlů a ukotvení pozice náhlavní soupravy do prostoru vůči proporcím těla osoby, která soupravu používá. Nesprávné nastavení těchto parametrů pak způsobuje, že se uživatelé cítili dezorientovaní, pociťovaly závratě nebo nevolnost. Negativní pocity a vlivy je možné navíc umocnit nevhodným použitím sluchátek a projektovaných zvuků, které ještě více umocňují pocit dezorientace. Čím delší je pobyt v prostředí VR, tím silnější je odezva těla.

Toto je také důvod, proč výrobci VR technologií uvádějí na trh řadu židlí „proti VR nemoci“ nebo EEVR (rozšířené prostředí virtuální reality), které bojují především proti dvěma hlavním vlivům pohybové nemoci podněcované VR. VR a AVR židle tak pomáhají účinně bojovat proti VR nemoci a eliminovat její vlivy.

Vliv VR na pohybový aparát založený na technologii

Když člověk při pohybu rychle otočí hlavu, máme v sobě zakódovány fyziologické pochody, která vytváří okamžité vizuální vjemy našeho okolí. Jedná se o způsob, jakým naše oči a náš mozek zpracovávají příchozí informace a jak je následně předávají svalové soustavě. VR čelí řadě problémů s latencí (zpožděním), kdy hardware nemůže dostatečně rychle zhmotnit virtuální prostředí tak, aby účinně simuloval, co by oči opravdu viděly, kdyby byl virtuální zážitek skutečný. Díky tomu se technologie snaží použitím různých druhů senzorů a velkým výpočetním výkonem snaží čelit jakékoli dezorientaci způsobené vizuální latencí tím, že udržují vyšší obnovovací frekvence (počet přepočítání vizuálního obrazu na základě přesné polohy uživatele) minimálně nad 60 snímků za sekundu, pomocí obrazovek s nízkou latencí (tzv. Doba prolínání pixelu je nyní velmi krátká při použití technologie OLED) a použití vysoce přesného interního a externího sledování rotace hlavy a pohybu jednotlivých částí těla. Čím více částí sledujeme, tím lepších výsledků jsme schopni dosáhnout.

VR a negativní vliv emocí

VR technologie pracuje ve své podstatě jak s fyziologickou stránkou, tak i podprahově s emocionální stránkou lidského vnímání. Emocionální pohybová nemoc vzniká, když se vstupy ze smyslových orgánů těla (zrakové, zvukové, pohybové, dotykové, teplotní, tlakové atd..), vzájemně synchronizují v mozku s informacemi, které tvoří vestibulární systém. Například při projekci pohledu při řízení vozidla může vizuální prostředí VR často vypadat, jako by se vozidlo nehýbalo, protože VR prostředí omezuje pohled na vnější svět a zaměřuje se pouze na vnitřek vozu. Konflikt nastává, když naše další smyslové vstupy – kůže, svaly a vnitřní ucho chtějí cítit pohyb auta, ale tuto informaci nepotvrzuje pozorovací smysl pohybu očí, protože VR aplikace není schopna reflektovat rozsah pozorovacích úhlů očí. Takto vzniklé negativní emoce vyvolané rozdílným vnímáním vjemů a prostředí pak vyvolávají negativní reakci na použití VR a mohou mít zcela opačný/ negativní účinek na průběh tréninku nebo nácviku.

V mnoha případech se tyto obtíže VR eliminují tím, že je vizuální perspektiva nehybná a předměty se pohybují po okolí pohybem naší hlavy. Pokud by se však uživatel pohyboval ve virtuálním prostředí, řada současných technologií vytváříme pohybový a emoční konflikt a zvyšuje negativní dopady použití VR prostředí.

Jak funguje EEVR?

Křesla nebo platformy EEVR používají algoritmus sugestivního pohybu ke spuštění reakce těla na pohyb očí (pracují konkrétně se směrovou rychlostí). Pomocí změny vzájemného pohybu mohou zčásti obelstít naše smysly. Tato technologie pak ve spojení s VR umožňuje vytvářet realističtější prožitky při vertikalizaci těla a omezeném pohybu. Změna náklonu pohybu (cca 10 stupňů), je dostatečná k tomu, aby umožňoval vytvářet vjemy bezpečí při pohybu, a to dokonce při otočení o 360 stupňů a minimalizovat tak pocit dezorientace

v prostoru. Tato úprava vnímání pohybuv kombinaci s vyššími obnovovacími frekvencemi obrazu dramaticky snižuje problémy, kterým uživatelé dříve čelili při používání VR.
Z řady důvodů je proto doporučováno používat vhodné VR prostředky a nástroje maximálně po dobu 15 min. Řady výrobců VR technologií také doporučují, aby z řad uživatelů VR byly vyloučeny osoby mladší 12 let, osoby s neurologickými obtíženi, vysokým krevním tlakem a závažnými onemocněními srdce, různými vadami zraku a vadami a poškozeními vestibulárního systému.

Literatura:

Katharina-Maria Behr Andreas Nosper Christoph Klimmt* Tilo Hartmann Department of Journalism and Communication Research Hanover University of Music and Drama; Hanover, Germany

Guide for training employees in VR (from 1000s of hours of experience) – file:///Users/mrohrich_pro/Documents/VR/Guide%20for%20Training%20Employees%20in%20VR.webarchive

Comparing Immersive and Non-Immersive Virtual Reality User Interfaces for Management of Telecommunication Networks – https://www.researchgate.net/publication/228742087_Comparing_Immersive_and_Non-Immersive_Virtual_Reality_User_Interfaces_for_Management_of_Telecommunication_Networks

Employee training: Benefits of VR over instructor-led, online and free – https://virtualspeech.com/blog/benefits-vr-for-employee-training

A quick guide to Degrees of Freedom in Virtual Reality – file:///Users/mrohrich_pro/Documents/VR/A%20quick%20guide%20to%20Degrees%20of%20Freedom%20in%20Virtual%20Reality%20-%20Kei%20Studios.webarchive

Virtual reality training for health-care professionals – Fabrizia Mantovani 1, Gianluca Castelnuovo, Andrea Gaggioli, Giuseppe Riva – https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14511451/

A pilot study of motivational interviewing training in a virtual world – https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21946183/

Theoretically-driven infrastructure for supporting health care teams training at a military treatment facility – https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22360057/

Use of simulation technology in Australian Defence Force resuscitation training – https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11464409/

Immersion team training in a realistic environment improves team performance in trauma resuscitation – https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27233635/

VIRTUAL REALITY AND ITS INFLUENCE ON TRAINING AND EDUCATION – LITERATURE REVIEW - https://www.daaam.info/Downloads/Pdfs/proceedings/proceedings_2017/100.pdf

UNITY SW user manual – https://docs.unity3d.com/Manual/ManualVersions.html

Motion Sickness in VR: Why it happens and how to minimise it – https://www.harmony.co.uk/vr-motion-sickness/

How to eliminate the VR Sickness – https://www.rotovr.com

VR Motorised Interactive Gaming Chair – https://www.yawvr.com

PwC's study into the effectiveness of VR for soft skills training – https://www.pwc.co.uk/issues/intelligent-digital/virtual-reality-vr-augmented-reality-ar/study-into-vr-training-effectiveness.html

A systematic approach for designing learning environments for energy efficiency in industrial production, Eberhard Abele, Dominik Flum*, Nina Strobel – 7th Conference on Learning Factories, CLF 2017

Speaking of Psychology: Improving lives through virtual reality therapy – https://www.apa.org/research/action/speaking-of-psychology

Testing times for virtual reality despite Sky's Attenborough odyssey – David McClelland Published: 22 April 2017 12:15

Virtual Reality (VR) Thematic Research Report 2019 – VR Market was Worth $7B in 2018 and is Projected to Reach $28B by 2030 – ResearchAndMarkets.com – DUBLIN– (BUSINESS WIRE)–The "Virtual Reality – Thematic Research" report has been added to ResearchAndMarkets.com'soffering.

Virtual reality and safety training – The benefits – and potential concerns; February 23, 2020; Alan Ferguson

SU Kai, Suyan-Zhao. Technical principles and commercial applications of VR virtual reality and AR augmented reality [M]. Beijing: people's post and telecommunications press, 2017:103.

Bofeng-Luo, ZHOU Qing. A summary of the application of virtual reality technology training [J]. Computer simulation, 2020, 37(04):1-4.

Yin Y et al (2010) Application of virtual reality in marine search and rescue simulator. Int J Virtual Real 9(3):19–26

10 Příloha č. 3 Technické řešení a návrh aplikace

Důležité při vývoji aplikace je vědět, co kdy a kde bude daný uživatel muset nebo moci udělat. K tomuto účelu je vytvářen scénář, podobně jako třeba pro film. Ve scénáři je jasně popsán postup uživatele, tedy provedení různých akcí, rozhodování, popřípadě i smyčky, kdyby uživatel udělal něco špatně, tak aby se mohl opravit. Scénář, který byl zhotoven pro tuto aplikaci, musí také sledovat podmínky BOZP.

Kužel učení vyjadřuje, kolik si toho dokáže člověk zapamatovat po dvou týdnech od uplynutí děje. Z výzkumů vyplývá, že nejméně si toho člověk zapamatuje, totiž se k příjmu informací využívá pouze psaný text. Skrze sluch i zrak si člověk dokáže zapamatovat padesát procent z výkladu. Pokud si ovšem lidé mohou aktivně činnost osvojit, je nárůst procent u zapamatování vyšší.

Obrázek 1 – Kužel učení

Školení BOZP může nabývat mnoha forem. Nové technologie přináší do tématu školení zaměstnanců nový rozměr. Školení BOZP již nemusí být realizováno pomocí obtížně zapamatovatelné přednášky nebo četbou dokumentace. Může být pojat více hravě, a přitom si toho zaměstnanec zapamatuje mnohem více. Ideálním prostředkem k bezpečnému vyzkoušení si a lepšímu zapamatování si požární ochrany může být virtuální nebo rozšířená realita.

Před vývojem samotné aplikace pro školení BOZP bylo vhodné vytvořit scénář děje, který má obsahovat co má uživatel dělat, kdy to má dělat a popřípadě kde nebo s jakým prvkem. Avšak nelze se zaměřit jen na to, že uživatel bude dělat přesně to, co je od něj očekáváno. Bylo nutné tedy vytyčit i meze, co vše může v aplikaci dělat a co ne. Scénář aplikace zaměřené na BOZP vychází z tzv. best practice, tedy osvědčeného postupu, jak by se měl

člověk zachovat práci Aplikace provede uživatele událostí tak, jak by se měl v ideálním případě chovat a reagovat.

Byly vytvořeny dvě vrstvy aplikace zv. Školící a zkoušková. Ve školící vrstvě jsou uživateli k pomoci různé nápovědy ve formě textů či obrázků a má více času na reakce. Zkoušková vrstva již tyto nápovědy neobsahuje a uživatel musí sám krizovou situaci vyřešit.

10.1 Výběr programovacího softwaru

Po vytvoření konceptu samotné aplikace je klíčové pečlivě vybrat vhodné vývojové prostředí, které umožní implementaci navržených modulů. V dnešní době existuje několik programů, které slouží k tvorbě prostředí pro virtuální realitu. Engine lze chápat jako jádro virtuálního světa, kolem kterého následně integrujeme 3D modely a definujeme algoritmy, fyziku, pravidla a způsob vykreslování modelů. Správně nakonfigurovaný engine umožňuje využívat dynamické objekty a fyzikální síly ve virtuální realitě. Mezi použitelné programy v této oblasti patří Unity 3D, Godot Engine, Unreal Engine a SimLab Soft. Tato kapitola si klade za cíl představit tyto programy, zhodnotit jejich výhody a nevýhody, a nakonec provést srovnání za účelem vybrání nejlepší varianty pro realizaci daného projektu. Při rozhodování budou zohledněna kritéria, jako jsou cena, funkce, výkon, uživatelské zkušenosti, softwarové možnosti a komunitní podpora. Dalším klíčovým kritériem bude schopnost modifikovat vytvořený obsah dle konkrétních potřeb, což představuje významnou výhodu oproti tzv. CAI (Computer-assisted instruction).

Unity 3D

Unity představuje multiplatformní herní engine, který vyvinula společnost Unity Technologies. Tento engine našel využití při vývoji počítačových her pro různé platformy, včetně PC, herních konzolí, mobilních zařízení a webových platforem. Aplikace Unity poskytuje komplexní softwarové prostředí pro tvorbu jak 3D, tak i 2D prostředí, umožňuje vytvářet animace a interagovat s modely. Jeho flexibilita spočívá v tom, že nabízí propojení s různými platformami, včetně základních jako Windows, iOS a WebGL, a díky integraci s Android Studiem také pro vývoj Android aplikací.

Unity se v posledních letech zaměřuje nejen na herní projekty, ale stále více expanduje do dalších odvětví, jako jsou automobilový průmysl, architektura a filmový průmysl. Jeho komplexnost a schopnost spolupráce s různými programy, jako jsou Pixys, Blender nebo CAD software, z něj činí všestranný nástroj. Unity nabízí rozmanité moduly prostřednictvím své online knihovny nazvané Asset Store. Tato knihovna obsahuje různé komponenty a řešení, která usnadňují tvorbu a jsou dostupná buď zdarma, nebo za poplatek

Kromě grafického prostředí pro tvorbu, podporuje také tvorbu skriptů především v jazyce C# a UnityScript (podobná syntaxe jako Javascript).

Godot Engine

Godot je 2D i 3D multiplatformní open source herní engine pod licencí MIT (Massachusetts Institute of Technology). Vývoj tohoto SW začal v roce 2007 a v únoru 2014 byl poprvé uvolněn pro veřejnost. Vývojové prostředí běží na Windows, Mac OS a Linux (oba 32 a 64 bit) a může vytvářet hry cílené na PC, konzole, mobily a weby. Godot je členem Software Freedom Conservancy, to je nezisková charita, která pomáhá propagovat, vylepšovat, rozvíjet a bránit projekty svobodného a otevřeného softwaru (FLOSS). Godot Engine je bezplatný a otevřený software vydaný na základě permisivní licence MIT. Tato licence poskytuje uživatelům řadu svobod:

- Libovolné používání
- Základní funkce Godot Engine a změna jeho nastavení
- Distribuce různých aplikací vytvořených v Godot Engine, lze i komerčně a pod jinou licencí v rámci podmínek Godot Engine [4]

Jediným omezením je, že se musí sdílet a šířit oznámení o autorských právech a licenční prohlášení programu Godot Engine, v momentu distribuce projektu. Lze využít jinou licenci, ale je důležité v dokumentaci zmínit, z které licence tento produkt pochází. Jako programovací jazyk se využívá buď C# nebo vlastní skriptovací jazyk GD Script. Jedná se o vysokoúrovňový a dynamicky programovací jazyk, který je podobný Pythonu. Rozdíl je v tom, že GD Script má striktní deklarování proměnných a optimalizovanou architekturu na bázi scén. Godot je dodáván s editorem kódu, který nabízí možnost automatického odsazování, zvýraznění syntaxe a také nápovědy. Je také vybaven ladicí funkcí s možností nastavit animační program. Godot má také svůj vlastní vestavěný fyzikální engine pro 2D i 3D mód, který podporuje detekci kolizí, tuhá tělesa, statické tělo, postavy, vozidla, raycasts a klouby. V současné době mezi podporované platformy patří Windows, OS X, Linux, FreeBSD, Android, iOS, BlackBerry 10, HTML5, PlayStation 3, Playstation Vita a Nintendo 3DS. K dispozici je také podpora ve vývoji pro Runtime Windows.

Unreal Engine

Dalším programem pro představení je Unreal Engine. Jedná se původně o herní engine, který byl vytvořen firmou Epic Games. Jeho první verze z roku 1998 byla použita ve hře Unreal. Od té doby byl Unreal Engine několikrát vylepšen a doplněn, aby mohl být použit v několika desítkách novějších herních titulů. Jádro Unreal Enginu, napsané v programovacím jazyku C++, podporuje mnoho různých platforem, jako jsou Microsoft Windows, Linux, Mac OS, Mac OS X na PC. Díky hernímu zaměření a kladeným nárokům na grafickou kvalitu a podobnost se skutečností, jedná se o editor, který obsahuje fotorealistické vykreslování a dokáže provádět velmi reálnou fyziku. Unreal se skládá z několika komponent, které společně fungují při řízení hry a zajištují vysokou kvalitu z několika pohledů. Součástí je zvukový, fyzikální, grafický engine a možnost online modulu. Mezi jednotlivými moduly jsou vytvořené algoritmy, které zajištují fungování a komptabilitu s VR. Unreal Engine je volně ke stažení. K platbě dochází, jakmile aplikace začne vydělávat peníze. Uživatel zaplatí 5 % z hrubého příjmu, když výdělek za čtvrtinu roku překročí 3000 dolarů.

Simlab Soft

Společnost Simlab Soft byla založena v roce 2007 a soustředí se na vývoj 3D SW produktů, které se dají využít v průmyslu. Mezi jednu z jejích největší předností patří široká škála 3D importů a exportů používaných v mnoha komerčních produktech a vývoji. Společnost spolupracuje s několika významnými distributory CAD programů, které se využívají pro vytváření 3D modelů v průmyslové praxi. Díky této spolupráci se engine Simlab Composer stává velmi zajímavým pro používání s průmyslovými 3D modely.

Simlab Composer je kompletní, snadný a na funkce bohatě řešený SW, který umožní vytvářet 3D prostředí pro virtuální realitu. Obsahuje všechny nástroje, které jsou potřeba k importu modelů, vytváření dynamické vizualizace, vykreslování, vytváření jednoduchých scén VR např. pro plně interaktivní školení zaměstnanců ve VR. Co se týká výstupu, tak Simlab podporuje platformy na Windows a Mac OS, kam lze uložit danou scénu v několika formátech (jako např. 3D PDF, FBX, DWG, 3D MAX a další) a také mobilní zařízení. Z hlediska dostupnosti nabízí distributor celkem 5 typů SW, které se liší dle nabízených funkcí a ceny. Společnost nabízí dvě ceny, kde první se týká pronájmu licence na rok a druhá trvalého zakoupení SW. Pro větší přehled jsou znázorněny v tabulce 1.

Z hlediska tohoto projektu by bylo potřeba zakoupit minimálně licenci VR, která nabízí vytvoření VR prostředí pro hardware, jako jsou HTC Vive, Meta Quest, Desktop nebo mobilní zařízení. Modul pro interaktivní trénink by mohl posloužit pro potřebnou interakci s objekty.

Porovnání programů

Výběr optimálního softwaru byl proveden s důrazem na pečlivě stanovená kritéria, která nám pomohla vybrat nejvhodnější nástroj pro tvorbu aplikace. Tato kritéria vycházejí z podmínek stanovených společností a jsou založena na hlavním cíli projektu. Při tvorbě těchto kritérií probíhala spolupráce se zástupci podniku a vycházelo se z dostupných dat, základního návrhu a designu prostředí aplikace.

Mezi klíčová kritéria patří:

Cena: Z důvodu testování nového nástroje je klíčové, aby náklady na začátku byly nízké. To zabraňuje plýtvání zdroji za službu, která by se potenciálně nemusela dále využívat.

Výstup: Důraz na hodnotu, kterou vybraný software poskytne v průběhu testování a následně i ve fázi implementace do projektů společnosti.

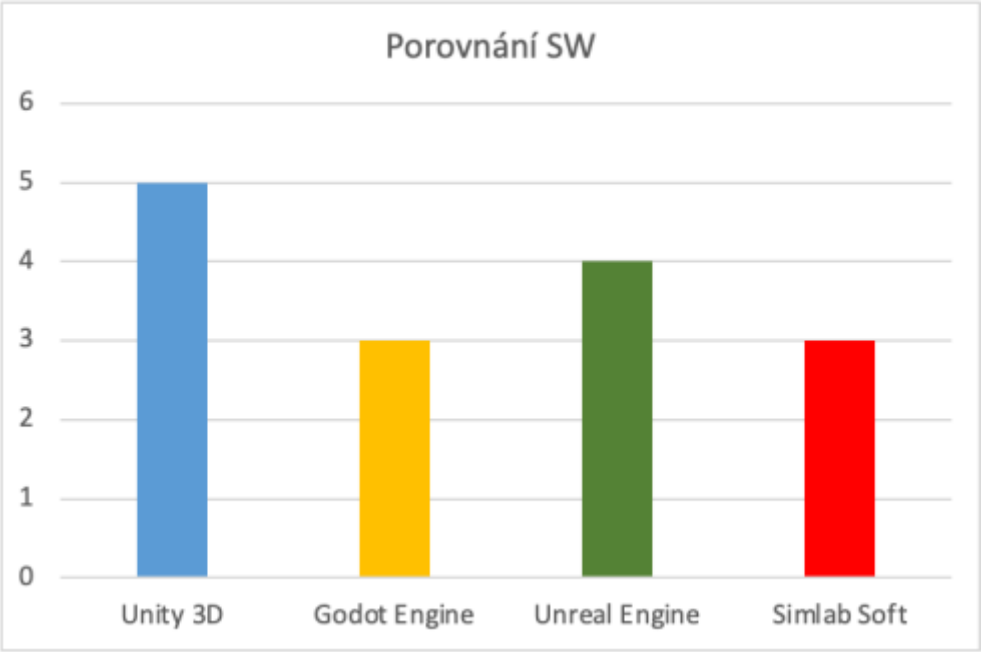
Funkce: Schopnost softwaru efektivně podporovat tvorbu finální aplikace.

Jednoduchost: Snaha o zachování jednoduchosti při vývoji aplikace a ovládání programu s ohledem na možnosti designu.

Komunita: Hodnocení dostupné komunity kolem vybraného softwaru, což může přispět k řešení případných problémů a sdílení zkušeností.

Zkušenosti: Posouzení zkušeností z pohledu řešitelského týmu a dosavadních projektů, které mohou sloužit jako podpora při vývoji a řešení potenciálních výzev.

Tato kritéria jsou klíčovým prvkem při formulaci tohoto projektu, neboť zajišťují racionální a strategický přístup k výběru softwarového prostředí pro úspěšný průběh projektu a dosažení jeho cílů.



Z grafu lze jasně vyčíst, že nejvíce vyhovuje varianta Unity 3D, splňující většinu stanovených kritérií. Na druhém místě se umístil Unreal Engine, který s Unity sdílí podobnosti, přičemž mezi nimi rozhodovaly drobnosti. Godot Engine a SimLab Soft obdržely každý 3 body. Pro SimLab a Godot byla provedena detailnější analýza, zejména z hlediska kritéria komunity, kde oba softwary disponují svou komunikační základnou. Nicméně v porovnání s Unreal a Unity ztrácí výrazně. Unreal i Unity se pyšní rozsáhlou dokumentací a z pohledu komunity patří mezi oblíbenější software.

Unity bylo preferováno díky výhodnějším nákladům, podpoře ze strany akademických pracovníků a univerzitních zkušeností, jednoduchosti a možnosti provádět vše v jednom prostředí. V rámci komunity je Unity významným hráčem, nabízejícím nejen rozsáhlou dokumentaci, ale také vlastní knihovnu obsahující různé moduly, funkce a 3D modely.

10.2 Software rozhraní

Pro projekt realizace aplikace se braly v potaz dva programy, a to Unity a Unreal Engine. V obou softwarech je možné vytvořit aplikaci pro virtuální realitu a implementovat ji do brýlí. Z těchto dvou softwarů byl pro projekt zvolen software Unity, a to z několika důvodů:

- U aplikace je nutné zachovat realistický vzhled při dostatečně slabé výkonové náročnosti na zvolený hardware, což se v softwaru Unity dá docílit
- Lze vytvářet přesnější a detailnější modely předmětů
- A je možné využívat i jiné softwary například software Blender, který slouží k modelování a vykreslování grafiky a animací

Moderní VR aplikace vychází z principů, které jsou určeny primárně pro počítačové hry. Aplikace byla vytvářena skrze prostředí Unity. K programování je používán jazyk C#, který má intuitivní rozhraní i architekturu. V Unity je možnost tzv. vizuálního programování, kde se skládají jednotlivé prvky za sebou, až vytvoří jednu celistvou funkci. Unity představuje multiplatformní herní engine, který vyvinula společnost Unity Technologies. Aplikace Unity poskytuje komplexní softwarové prostředí pro tvorbu jak 3D, tak i 2D prostředí, umožňuje vytvářet animace a interagovat s modely. Jeho flexibilita spočívá v tom, že nabízí propojení s různými platformami, včetně základních jako Windows, iOS a WebGL, a díky integraci s Android Studiem také pro vývoj Android aplikací.

Unity se v posledních letech zaměřuje nejen na herní projekty, ale stále více expanduje do dalších odvětví, jako jsou automobilový průmysl, architektura a filmový průmysl. Jeho komplexnost a schopnost spolupráce s různými programy, jako jsou Pixys, Blender nebo CAD software, z něj činí všestranný nástroj. Unity nabízí rozmanité moduly prostřednictvím své online knihovny nazvané Asset Store. Tato knihovna obsahuje různé komponenty a řešení, která usnadňují tvorbu a jsou dostupná buď zdarma, nebo za poplatek.

10.3 Hardware rozhraní

Dále se pro projekt rozhodovalo mezi brýlemi Oculus Quest 2 a HTC Vive Focus 3. Pro projekt realizace aplikace BOZP ve virtuální realitě bylo zvoleno využití VR brýlí Oculus Quest 2, a to kvůli ceně a zkušenostem, které s nimi jsou dostupné. Brýle Oculus Quest 2 byly zvoleny i pro svoji funkčnost, která umožňuje ovládání aplikace pomocí rukou bez nutnosti ovladačů. Dále byly tyto brýle vybrány na základě větší možnosti pohyblivosti, díky nepotřebě jakýchkoliv kabelů nebo propojení s počítačem.

Aplikace, která byla v rámci tohoto projektu navrhována a realizována je ztvárněna prostřednictvím brýlí Oculus Quest 2. Brýle od firmy Oculus jsou mobilní a pracují na operačním systému Android. K brýlím jsou k dispozici ovladače, ale narozdíl od ostatních VR brýlí je ne vždy potřebují k ovládání. Implementovaná funkce, dokáže využívat kamery zabudované v brýlích, které snímají pohyb rukou a prstů. Brýle napájené zabudovanou baterií, tudíž nepotřebují žádné napájecí kabely při používání. Baterie vydrží až dvě hodiny na jedno nabití. Nabíjení do plné kapacity trvá dvě až dvě a půl hodiny.

Brýle fungují samostatně bez nutnosti připojení k počítači. Brýle Oculus Quest 2 jsou totiž samy o sobě mobilní počítač, jelikož se v nich ukrývá procesor, grafická karta, RAM paměti a úložiště. Díky tomu se přímo do brýlí dají nainstalovat aplikace, které jsou ihned k dispozici. Mezi další přednosti těchto brýlí patří vestavěné reproduktory, které dokážou vytvořit prostorový zvuk a tím ještě více přiblížit simulaci okolního prostředí, anebo malá hmotnost headsetu.

10.4 Návod k používání headsetu

V této kapitole je uveden podrobný návod, jak spouštět a vypínat aplikace na zařízení Oculus Quest 2. Ať už jste zkušený uživatel virtuální reality, nebo úplný začátečník, tato kapitola vám poskytne znalosti a dovednosti, které potřebujete ke snadné navigaci v prostředí virtuální reality a k přepínání mezi různými aplikacemi.

- **Zapnutí headsetu**

Headset se zapne pomocí stisknutí tlačítka na pravé straně na 3–5 sekund (čočkami k sobě). K ovládání brýlí se používá špetkový úchop – tzn. roztažením palce a ukazováčku (ruka míří horní stranou k tělu = dlaní od těla) vytvořit písmeno L a zobrazí se ukazovátko. Spojením a dotykem prstu volím jednotlivé prvky v brýlích (potvrzení).

- **Nastavení náhlavní soupravy**

Po zapnutí headsetu Oculus Quest 2 si jej nasaďte a postupujte podle pokynů na obrazovce. Umístění brýlí na obličeji musí být pohodlné a musí být vidět ostře vše, co se v brýlích odehrává. V případě, že je obraz rozmazaný, upravte čočky posunem od sebe (zvětšení) nebo k sobě (zmenšení).

- **Vymezení herního prostoru**

Chcete-li nastavit systém guardian, postupujte podle pokynů na obrazovce a obejděte obvod svého herního prostoru. Pomocí rukou vytvořte virtuální stěny nakreslením čáry ve vzduchu. Poté můžete tento systém přizpůsobit nastavením jeho citlivosti, výšky a barvy. Pro statické aplikace se využívá stacionární vymezení, které vykreslí kruh 2x2 metry kolem uživatele.

- **Připojení k Wi-Fi**

Po spuštění brýlí a načtení úvodního prostředí je nutné přihlásit brýle k Wi-Fi. V levém spodním rohu menu kliknout na ikonu Wi-Fi a připojit. Po připojení k Wi-Fi křížkem vypnout okno nastavení Wi-Fi.

- **Spuštění aplikace**

Pro výběr aplikace otevřete v pravé části menu knihovnu aplikací – “9 teček”. V okně knihovna aplikací zvolte vpravo nahoře “Vše” a otevřete se lištu s možnostmi. Zde vyberte “Neznámé zdroje”. V neznámých zdrojích najděte aplikaci, pro výběr aplikace sevřete ruku v pěst a přenesete se do prostředí virtuální reality.

- **Vypnutí aplikace**

Aplikace se ukončí pomocí gesta, které vyvolá menu v průběhu aplikace. Dlaní směřující k tělu (horní část ruky od těla) vytvořením L se zobrazí logo Oculus a následně spojením prstů vyvolá menu. V menu zvolit “ukončit” a aplikace se ukončí. Uživatel se vrátí do úvodní scény s menu.

10.5 Tvorba aplikace

Po analýze všech potřebných informací ohledně BOZP a vybráním nejvhodnějšího softwarového i hardwarového rozhraní se projekt přesunul do fáze realizace, která vychází z vytvořeného scénáře. Vývoj aplikace začal vytvořením samotného projektu v softwaru Unity. Nastavení projektu ve vývojovém prostředí je velmi precizní. Je zapotřebí například u nastavení grafiky, aby aplikace v brýlích fungovala plynule. Mezi další nastavení projektu jsou potřebné instalace XR Plug-inu nebo komponentu k integraci Oculus brýlí. V projektu je

též nastavena Universal Render Pipeline, což je předchystaný vykreslovací kanál přímo od Unity, díky němuž lze vytvářet optimalizovanou grafiku na celou řadu platforem, a to i na využívaný systém Android.

10.5.1 Designe aplikace

V samotném začátku projektu bylo zapotřebí stanovení hlavní dějové linie aplikace a aby byla aplikace propracována jak po didaktické, tak po technologické stránce. Mimo prostředí byly velmi důležitým tématem akce, kterým bude uživatel v aplikaci vystaven. Bylo zapotřebí stanovit jasnou chronologickou posloupnost, aby uživatel jasně porozuměl vývoji událostí a mohl na ně patřičně reagovat. Dále byly často konzultovány body ohledně dostatku či nedostatku světla v aplikaci, či vyhovující barvě a rozměru předmětů. I když se tyto body mohou zdát zanedbatelné, tak doopravdy hrají důžitou roli. Při nesprávně zvolené velikosti předmětu, popřípadě barvy si jej uživatel nemusí všimnout tak, jak je hlavním záměrem. Aplikace musí být velmi detailně kontrolována při každém nově zvoleném kroku. Tato část je časově náročná, jelikož všechny proběhnuté akce spolu musí být v souladu a vytvářet celistvý děj.

10.5.2 Vizuální a sluchové specifikace

Po úvodní inicializaci vývojového prostředí začalo vytváření celého modelového prostředí aplikace a různých časových či objektových závislostí. Jako prostředí byl navržen zdravotnické zařízení s různými prvky.

Po vytvoření prostředí bylo nutné do aplikace přidat různé nápisy, vyjíždějící texty nebo blikající upozornění sloužící pro lepší orientaci uživatele v prostředí. Některé texty byly umístěny přímo do prostředí zdravotnického zařízení.

10.5.3 Programování

Programování bylo zajištěno doplňkem Bolt, který lze do softwaru Unity stáhnout. Zde proběhlo kódování jednotlivých proměnných programovacím jazykem C#. Proměnné, které byly do aplikace kódovány, byly následující: světla, hlásič požáru, telefon, elektřina, odpočet, přemístění k požáru, hasicí přístroj, objekt požáru a zkouška. Každá tato proměnná spouští následný sled událostí.

Programuje se pomocí tzv. Flow grafů, kde se jednotlivé komponenty a složky kódu vizualizují a spojují do logického toku. Každá komponenta představuje určitou funkci nebo operaci, a spojením těchto komponent vzniká struktura programu, která definuje chování celé aplikace. Po vytvoření logického toku pomocí Flow grafů byla provedena implementace propojenosti a funkcí jednotlivých objektů. To zahrnovalo integrování jednotlivých komponentů do kódu a zajištění, aby objekty správně spolupracovaly podle předem definovaných postupů. Po dokončení programování bylo nezbytné provést důkladné testování na počítači. Během tohoto procesu bylo sledováno bezproblémové fungování naprogramovaných sekvencí. V průběhu testování byly identifikovány některé chyby. Tyto chyby byly pečlivě dokumentovány a následně byly provedeny nezbytné úpravy v kódu. Opravy byly navrženy tak, aby zajistily bezproblémový chod aplikace a odstranění veškerých nežádoucích anomálií.

10.5.4 Oprava chyb v programování

V průběhu testování aplikace zaměřené na výuku požární ochrany jsme identifikovali několik klíčových nedostatků, které ovlivnily jak její kvalitu, tak funkčnost. Při prvním testování byly objeveny tyto chyby:

- Některé zvuky nejsou slyšet, některé slyšet jsou, ale ve špatný čas.

Tyto nedostatky vedly k rozsáhlé optimalizaci aplikace. Objekty, které nepodléhaly stanoveným kritériím, byly přetvořeny do vhodného formátu a znovu přidány do logického toku.

Při prvním testování s VR brýlemi byly nalezeny tyto chyby:

- Zmizení několika objektů – Kvůli tomu, že jde o projekt pro operační systém Android, nejsou podporovány objekty typu blend, a proto tyto objekty zmizely (jednalo se například o všechny hasicí přístroje nebo telefon).
- Nefunkční kód – Na počítači vše funguje správně, ale v brýlích ne, simulátor se ani řádně nenastartuje, nic se neděje.
- V menu funguje jen tlačítko zkouška – Ani jedno z tlačítek tréninku nefungují.
- Dále například špatná velikost zobrazovaného textu či moc hlasité zvuky

Následovala tak další nutná optimalizace aplikace, kdy byly zmizelé objekty transformovány do přijatelného formátu, opět vloženy na své místo a začleněny do logického toku naprogramovaných sekvencí. Problém s nefunkčním kódem měl na svědomí doplněk Bolt, ve kterém bylo nutné před vygenerováním Android programu spustit funkci AOT Prebuild. Ostatní chyby byly taktéž eliminovány a bylo možné pokračovat v testování.

Poté již měla optimalizovaná testovací verze aplikace očekávanou funkčnost, avšak jediným problémem byla občasná ztráta FPS, aplikace se tedy poněkud zasekávala, což bylo vyřešeno redukcí počtu částic v částicovém systému.

11 Příloha č. 4 Šetření účinnosti využití virtuální reality pro školení zaměstnanců

Ověřování nového systému školení prostřednictvím virtuální reality probíhalo vždy po dobu nejméně 1 měsíce, a to u 5 zaměstnavatelů ve zdravotnictví. V případě každého zaměstnavatele pak bylo zapojeno nejméně 10 zaměstnanců.

V případě každého pilotovaného nástroje byla měřena implementací dosažená změna. V závěru došlo k vyhodnocení změny a tvorbě doporučení.

Pilotní ověřování vzdělávacího software s využitím prvků virtuální reality bylo realizováno prostřednictvím aplikace ve virtuální realitě „Použití ochranných pomůcek“

Cílem pilotovaného nástroje bylo mj. zlepšit techniku a nácvik správného používání osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP). Jedná se o jedny z nejdůležitějších protiepidemiologických opatření, reagujících na potenciální riziko kontaktu s infekčním činitelem.

Obsah vzdělávacího kurzu

Vzdělávací kurz obsahoval tyto prvky:

- správný a přesný postup při oblékání a svlékání OOPP
    - čistá část oddělení
    - septická část oddělení
    - střídání směn
- zásady použití OOPP při práci
- upozornění na nejčastější chyby
- nakládání s infekčními OOPP, chemickými látkami a biologickými činiteli.

Realizace vzdělávání

Samotné vzdělávání bylo rozloženo do 4 fází. Důvodem byla zejména potřeba měřit efekt vzdělávání.

Fáze 1: měření znalosti účastníků před zahájením vzdělávání

Každý z přítomných (zaměstnavatelem vybraných) zaměstnanců si s využitím virtuální reality (s nasazenými standalone brýlemi) „prošel na čas“ celý vzdělávací program, a to BEZ POMOCI NÁPOVĚDY, INSTRUKCÍ K POSTUPU (tj. BEZ AVATARA). Naměřený čas, za který byl bezchybně absolvován vzdělávací program, byl u každého jednoho účastníka zaznamenán do evaluační tabulky.

Fáze 2: vzdělávání s využitím virtuální reality

Účastníci vzdělávacího kurzu prošli vzdělávací program S AVATAREM, který je instruoval. Vzdělávací program s nápovědou absolvoval každý jeden účastník nejméně 3krát, a to dle subjektivně stanovené potřeby.

Fáze 3: samovzdělávání s využitím stolního počítače či mobilního zařízení

Účastníci vzdělávacího programu měli nejméně po dobu 1 měsíce za účelem samostudia zpřístupněno instruktážní 2D interaktivní aplikaci, kterou bylo možno přehrávat nejen na stolních počítačích, ale i na mobilních zařízeních včetně telefonů (smartphone).

Fáze 4: měření dosažené změny

Po měsíci od zahájení vzdělávání (fáze 1) došlo k měření změny dosažené s využitím aplikace ve virtuální realitě – verze testovací.

Účastníci vzdělávání opět „prošli na čas“ virtuální program BEZ POMOCI NÁPOVĚDY (tj. BEZ AVATARA). Naměřený čas, za který byl bezchybně absolvován vzdělávací program, byl u každého jednoho účastníka zaznamenán do evaluační tabulky.

S ohledem na co nejmenší zasahování do chodu zdravotnického zařízení mohly být fáze 1 a 3 realizovány v průběhu celého dne. Zaměstnanci se tak mohli vhodně/potřebně střídat, a to s ohledem na zajištění žádoucího chodu organizace.

Vyhodnocení vzdělávání

Pro vyhodnocení dopadu vzdělávacího programu byly vytvořeny evaluační tabulky sledující následující údaje:

- čas bezchybného „projití“ vzdělávacího/testovacího programu před samotným vzděláváním/v rámci testování dosažení změny
- počet chyb v postupu při navlékání/svlékání OOPP – pokud vznikla chyba, byla označena u daného respondenta ve sloupci *„nok“*

Důraz byl kladen zejména na bezchybné provedení postupu (případně počet chyb). Časový údaj navlékání/svlékaní ochranných pomůcek byl až druhotným ukazatelem, protože priorita ze strany zdravotnických zařízení je bezprecedentně v nácviku a poté správné praxe v daném postupu a tím zamezení kontaminace/ohrožení zdravotnického pracovníka infekčním onemocněním a dalších následných negativních vlivů (ohrožení zdraví či dokonce života a související vazby – pracovní neschopnost, nemoc z povolání atp.)

V evaluačních tabulkách je vždy uvedena Fáze 1 – tzn. měření znalosti účastníků před zahájením vzdělávání a následně Fáze 4 – tzn. měření dosažené změny, a to pro zdravotnická zařízení *(dále ZZ)* s pořadovými čísly 1 až 5.

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Postup		Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1			1		1	1		1			1	1	
2	Dezinfekce rukou		1		1		1		1	1		1		1		1		1		1	
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1			1		1	1			1
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		1:17		1:19		1:18		1:17		1:42		1:43		1:31		1:29		1:36		1:35	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Sundat ochranný štít		1		1		1		1		1		1		1	1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1			1	1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1			1		1
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		0:20		0:19		0:21		0:21		0:19		0:22		0:19		0:18		0:17		0:19	

Obrázek 2 – Fáze 1 měření ve ZZ1

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Postup		Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		1:15		1:14		1:16		1:13		1:27		1:32		1:24		1:19		1:27		1:30	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Sundat ochranný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		0:18		0:18		0:20		0:19		0:19		0:21		0:18		0:18		0:17		0:19	

Obrázek 3 – Fáze 4 měření v ZZ1

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

	Postup	Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		1:15		1:14		1:16		1:13		1:27		1:32		1:24		1:19		1:27		1:30	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Sundat ochranný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		0:18		0:18		0:20		0:19		0:19		0:21		0:18		0:18		0:17		0:19	

Obrázek 4 – Fáze 1 měření ve ZZ2

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Postup		Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1			1	1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		2:27		2:18		2:12		2:11		2:23		2:13		2:14		1:42		1:18		1:33	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Sundat ochranný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		0:36		0:33		0:41		0:32		0:35		0:29		0:22		0:30		0:19		0:24	

Obrázek 5 – Fáze 4 měření v ZZ2

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Postup		Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1		1			1	1		1		1			1
2	Dezinfekce rukou	1			1	1			1		1	1		1		1			1	1	
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1			1	1		1		1	
4	Dezinfekce rukou		1	1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1			1	1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1			1	1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		1:56		1:49		2:27		1:32		1:49		1:43		1:39		2:29		1:44		2:18	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou	1		1			1	1		1		1			1	1		1		1	
2	Sundat ochranný štít		1	1		1			1	1			1	1		1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1			1
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1			1	1		1		1			1	1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1			1	1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		0:52		1:01		1:07		0:56		0:54		0:59		1:02		1:05		1:02		53	

Obrázek 6 – Fáze 1 měření ve ZZ3

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

	Postup	Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1			1	1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		1:37		1:42		2:09		1:30		1:37		1:32		1:28		2:14		1:42		2:11	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Sundat ochranný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1			1	1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		0:52		1:01		1:07		0:56		0:54		0:59		1:02		1:05		1:02		53	

Obrázek 7 – Fáze 4 měření v ZZ3

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

	Postup	Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10		Respondent 11		Respondent 12		Respondent 13		Respondent 14	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			1		1	1	
2	Dezinfekce rukou		1		1		1	1		1		1		1		1			1	1			1	1		1			1
3	Nasadit rukavice	1			1	1			1	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1			1	1		1			1	1			1	1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1			1		1	1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		2:28		2:35		2:38		2:25		2:42		2:36		2:41		2:38		2:41		2:40		2:41		2:50		2:32		2:12	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou		1		1	1		1		1		1		1			1	1			1	1		1		1			1
2	Sundat ochranný štít		1		1		1	1		1		1		1		1			1	1		1			1	1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			1	1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1			1	1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1			1		1		1	1		1		1		1		1		1			1	1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		1:05		1:06		1:05		1:04		1:11		1:09		1:02		1:11		1:11		1:12		1:14		1:01		1:02		1:04	

Obrázek 8 – Fáze 1 měření ve ZZ4

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Postup		Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10		Respondent 11		Respondent 12		Respondent 13		Respondent 14	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1			1	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1			1
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		2:26		2:24		2:29		2:24		2:31		2:30		2:27		2:35		2:37		2:31		2:28		2:42		2:26		2:12	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Sundat ochranný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1			1	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1			1	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		0:59		1:01		1:58		1:02		1:04		1:05		0:59		1:04		1:05		1:11		1:07		1:02		0:54		0:52	

Obrázek 9 – Fáze 4 měření v ZZ4

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Postup		Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku		1		1		1	1		1		1		1			1		1		1
2	Dezinfekce rukou	1		1		1			1		1	1		1		1			1		1
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1			1	1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou		1	1		1		1		1		1		1			1		1	1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1			1	1		1		1			1
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		2:18		2:22		2:30		2:45		2:09		2:12		2:15		2:39		2:31		2:29	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou		1	1		1			1	1		1		1		1		1		1	
2	Sundat ochranný štít	1		1			1	1		1		1		1		1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1			1
4	Sundat návleky na boty	1			1	1		1		1		1		1			1	1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1			1	1		1		1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1			1	1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		1:25		1:32		1:19		1:05		1:30		1:25		1:19		1:22		1:22		1:19	

Obrázek 10 – Fáze 1 měření ve ZZ5

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.
JERUZALÉMSKÁ 1283/9
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO
ČESKÁ REPUBLIKA

Postup		Respondent 1		Respondent 2		Respondent 3		Respondent 4		Respondent 5		Respondent 6		Respondent 7		Respondent 8		Respondent 9		Respondent 10	
Oblékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Nasadit roušku	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Nasadit rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Vyhodit roušku do koše	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Nasadit respirátor	1		1		1		1		1		1		1		1			1	1	
8	Nasadit ochranné brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Nasadit pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Obléknout jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Nasadit návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Obléknout igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Nasadit vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
14	Nasadit ochraný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		2:12		2:08		2:09		2:32		2:03		2:02		2:11		2:26		2:18		2:32	
Svlékání		ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok	ok	nok
1	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	Sundat ochranný štít	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
3	Sundat igelitovou zástěru	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
4	Sundat návleky na boty	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
5	Sundat vrchní rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
6	Dezinfekce rukou		1	1		1		1		1		1		1		1		1		1	
7	Sundat pokrývku hlavy	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
8	Sundat jednorázový plášť	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
9	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
10	Sundat ochrané brýle	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
11	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
12	Sundat rukavice	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
13	Sundat respirátor	1		1			1	1		1		1		1		1		1		1	
14	Dezinfekce rukou	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
Čas		1:13		1:27		1:07		1:02		1:14		1:21		1:15		1:18		1:17		1:08	

Obrázek 11 – Fáze 4 měření v ZZ5

Z naměřených hodnot je již na první pohled zcela zřejmý fakt, že došlo k signifikantnímu zvýšení kompetencí vzdělávaných zaměstnanců v oblasti použití ochranných pomůcek. Z měření ve **Fázi 1** – tzn. měření znalosti účastníků před zahájením vzdělávání je patrné, že **drtivá většina zdravotnických pracovníků pochybila v některé fázi postupu navlékání/svlékání ochranných pomůcek.** Nejčastější byl problém s dezinfekcí rukou a dále také správného postupu použití roušky/respirátoru.

Následně ve **Fázi 4** – tzn. měření dosažené změny, bylo ve všech 5 zdravotnických zařízeních dosaženo významného pokroku, kdy se **chybovost postupu snížila na minimum a naprostá většina personálu byla schopna daný postup navlékání/svlékání ochranných pomůcek zvládnout bez chyby**. Zároveň se omezilo zaváhání zdravotnických pracovníků při některých z fází navlékání/svlékání ochranných pomůcek a tím i zefektivnění celého postupu a tím i zkrácení času a šetření materiálu.

Esenciální je zejména zvýšení kompetencí zdravotnických pracovníků a zvládání daného postupu, který následně aplikují do praxe. Nutné je si totiž uvědomit rizika, pokud zaměstnanec udělá chybu při navlékání ochranných pomůcek, znamená to opakování postupu od začátku a tím ztráta času i jednorázových ochranných pomůcek, pokud zaměstnanec udělá chybu při svlékání, může to znamenat riziko ohrožení zdraví.

Doporučení

S ohledem na výsledky evaluace lze zdravotnickým zařízením jednoznačně doporučit využívání vzdělávacích kurzů s využitím virtuální reality. Největší přidanou hodnotou využívání virtuálně postavených aplikací je:

- zcela autonomní, tzn., není potřeba asistence, či doprovodného výkladu další osobou. Může tedy probíhat zcela samostatně a kdykoli!
- všechny potřebné informace předá uživateli avatar, či jiný vizuální prvek.
- simuluje reálné prostředí.
- tréninkový režim testuje nabyté znalosti (bez nápovědy).

12 Příloha č. 5: Manažerské shrnutí – BOZP ve virtuální realitě

Projekt vznikl vzhledem k narůstající disproporci v rámci efektivity současného způsobu vzdělávání v rámci BOZP legislativy a negativním finančním a zdravotním dopadům souvisejícím s nedostatečnou flexibilitou klasického BOZP školení a vlastního nácviku.

Projekt funguje na základě aplikace dlouholetých zkušeností BEST practice zdravotníků, ale také s akcentem na využití nejmodernějších trendů v tréninku a didaktice pomocí nástrojů virtuální reality a interaktivních webových aplikací.

Na projektu participovali:

- Garant projektu: **Ministerstvo práce a sociálních věcí**
- Hlavní řešitel: **Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.**
- Leader a supervizor v aplikaci medicínských inovací do praxe: **Fakultní nemocnice Plzeň**,
- Vývoj SW aplikaci a související kompetence – leadership s dlouhodobým působením v oblastech ergonomie a technologií VR: **XR Institute**

Klíčový dopad projektu:

- **Zvýšení kvality a efektivity školení a tréninku BOZP legislativy**
- **Uvolnění kapacit lidských zdrojů a snížení zátěže zkušených pracovníků** prostřednictvím automatizace školení a tréninku, monitoringu na dálku a kontroly správnosti provedení
- **Možnost vzdáleného / bezkontaktní školení a tréninku**

Charakter výstupů projektu:

Vysoká přidaná hodnota projektu (dopad školení do praxe/efektivita) a zároveň jednoduchá dostupnost pro uživatele (zdravotnická zařízení).

Konkrétně se skládá z těchto dvou částí:

1) **Webová aplikace** – vzdělávání
   a) Interaktivní webové aplikace BOZP bez využití bez brýlí pro virtuální realitu (běžně dostupný hw – smartphone, tablet, PC)
   b) V aplikacích využity prvky e-learningu, 3D animace
   c) Kompatibilní s Windows, IOS, Android (všechny běžné platformy)

2) **VR aplikace –** vzdělávání a trénink
   a) Interaktivita školeného s reálným prostředím, které simuluje skutečné podmínky
   b) Vzdělávání probíhá formou VR průvodce (postava doktora), který vysvětluje a upozorňuje
   c) Kompatibilita s Oculus Quest II (Nejrozšířenější a nejdostupnější HW)
   d) 2 varianty – „výuková“ vs „ověření nabitých znalostí“
3) **Osvěta a diseminace**

Výsledky projektu:

Technická část projektu byla pilotně implementována v roce 2021, kdy taktéž proběhlo odlazení technického rozhraní. Od roku 2022 přešel projekt do ostrého provozu (aplikace ve virtuální realitě a 2D interaktivní aplikace).

- **Aktuální výsledky projektu jsou následující:**
  - Webové aplikace
    - Na globální úrovni je využívána s vyšší četností.
    - Přední použití uživatelů, kteří využívají VR aplikaci.
    - Ostatní uživatelé, kteří využívají aplikaci prostřednictvím stránek projektu a VÚBP. (Vzhledem k tlaku na volnou šířitelnost, nízké náklady na správu a dodržení GDPR, můžeme identifikovat pouze počet stažení)
  - VR aplikace
    - je využívána v těchto zdravotnických zařízení:
      - Fakultní nemocnice Plzeň
      - Ústřední vojenská nemocnice
      - Všeobecná fakultní nemocnice
      - Atd.
    - je využívána v těchto institucích:
      - ČVUT FBMI
      - UNIZA
      - ZČU
      - Atd.
  - Osvěta a diseminace
    - Celá řada článků
    - Osvětové kampaně

- webové stránky projektu
- prezentace na konferencích, seminářích a workshopech

- **Ekonomický dopad projektu:**

V rámci pilotního projektu byl vypočten ekonomický dopad na případu fakultní nemocnice, kdy vzhledem k nekompletnosti všech školení BOZP pro zdravotnictví není možné vypočítat dopad kompletního převedení BOZP do virtuálních technologií.

Vycházíme z analýzy jedno ze scénářů (použití OOPP ve zdravotnictví v rámci protiepidemiologických opatření), jež je konkrétně 1 z mnoha.

Kalkulace aktuálního způsobu školení	
Počet klinik v běžné fakultní nemocnici	64
Počet klinik, jež využijí konkrétní scénář (OOPP ve zdravotnictví)	32
Počet personálu, kteří podléhají k proškolení	782
Doba školení (h)	2
Běžná velikost skupiny na školení	2
Čas, který stráví odborný personál školením (OOPP ve zdravotnictví) dní/rok	**104**
Čas, který stráví školený personál školením (OOPP ve zdravotnictví) dní/rok	**209**

Shrnutí:

Výpočet je vyčíslen v člověko-dnech, vzhledem k různým finančním osobním nákladům na personál uvnitř konkrétního zdravotnického zařízení a zároveň rozdílu mezi jednotlivými zdravotnickými zařízeními. Doba školení ve VR je max. 20 % oproti současnému stavu.

- Úspora času pro jeden scénář a jednu fakultní nemocnici:**250 člověko-dní**
- Předpokládaná úspora při dokončení všech scénářů pro jednu fakultní nemocnici: **2500 člověko-dní**

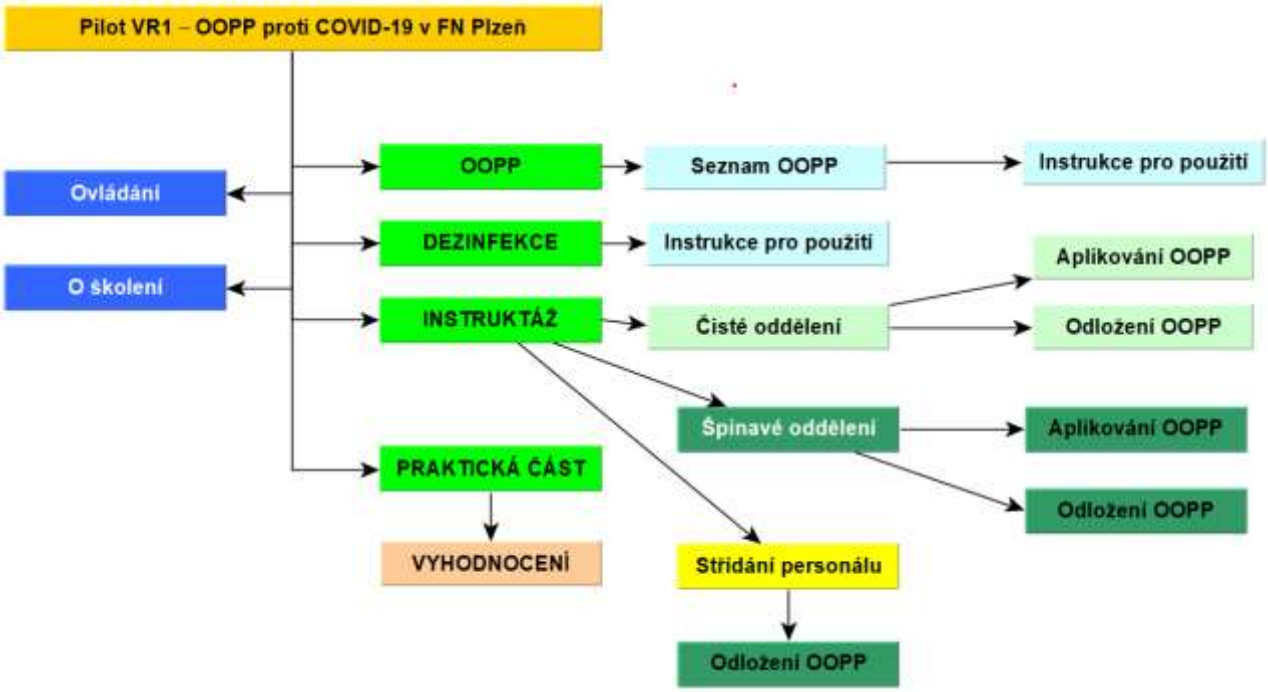
- **Kvalitativní dopad projektu:**
  - Vzhledem k tomu, že školení probíhají ve virtuální prostředí (ne v reálném), nehrozí tak škody na zdraví či majetku – nedochází k ohrožení zdraví pacientů ani samotných zaměstnanců (zdravotnických pracovníků) a potažmo tedy ani důsledné postihy včetně finančních
  - Personál může trénovat situace, které běžným způsobem nelze nacvičovat (požár na pracovišti apod.)
  - Školený zaměstnanec si znalosti uchovává dlouhodobě, a navíc ve formě dovedností, které jsou v případě bezpečnosti velmi důležité, jelikož zde nestačí pouze teoretická znalost.

- **Bariery pro plošné nasazení:**
  - Chybějící scénáře

13 Příloha č. 6: Příklad scénáře ve VR

Pilot VR1 – OOPP proti COVID-19 v FN Plzeň

Aplikace pro PC i VR, zvážit variantu pro „mobilní VR“ tj. bez ovládacích prvků, jen instruktáž.



Cíl školení

Přizpůsobeno podmínkám FN Plzeň.
Naučit zdravotnický personál používat OOPP proti COVID-19:

1. správný a přesný postup při oblékání a svlékání OOPP:
    a. čistá část oddělení,
    b. špinavá část oddělení,
    c. střídání směn
2. zásady použití OOPP při práci,
3. upozornění na nejčastější chyby,
4. nakládání s infekčními OOPP.

Prostředí

Neutrální – zobrazovat jen předměty a zařízení, které jsou součástí školení. Není potřebné ztotožnění s prostředím. Podstatný je proces a jednotlivé prvky.

Prvky

1. OOPP – viz níže,
2. checklist pro oblékání a svlékání OOPP,
3. nádoba na dezinfekci s dlouhým ovládacím ramenem,

4. nádoba na infekční odpad,
5. nádoba na komunální,
6. nádoba na OOPP pro opakované použití – dezinfekce,
7. dveře na pokoj pacientů.

Termíny a definice

Nepoužívat odbornou terminologii (z hlediska BOZP a hygieny práce) ale běžně používané výrazy – špinavá část oddělení, čistá část oddělení....

Obsah školení

Vychází z videa FN Plzeň: *https://youtu.be/rrEyw6dyRAA*

- **školení**

  1. Stručný popis školení – historie, zaměření .....text a audio.
  2. Technické požadavky, nastavení, FAQ apod. na aplikaci.
  3. Představení avatara (navrhnout vzhled a vlastnosti avatara).

- **Ovládání**

Seznámení probanda s ovládáním včetně praktické instruktáže (vyzkoušení).
Požadavky na ovládání – co nejjednodušší a intuitivní, aby proband nemusel rozdělovat pozornost na ovládání a vlastní obsah školení.

- **OOPP**

  1. Proband může vybrat jednotlivé OOPP. Po výběru se aktivuje instruktáž – obecně velmi stručně o OOPP a dále účel a hlavní zásady použití - audio a animace pro jednotlivé OOPP.
  2. Obsah instruktáže bude vycházet k návodů k obsluze – předpokládám dodání od FN Plzeň.
  3. Pokud bude možné, ve 2D zpřístupnit návody k použití.

- **Seznam OOPP**

1. ochranné lékařské rukavice pro jednorázové použití:
   1. vnitřní rukavice – používají se vždy
   2. vnější rukavice – druhé rukavice je nutno použít v případě předpokladu kontaktu se sekrety dýchacích cest a v případě práce s biologickým materiálem u infekcí přenášených krví – HBV, HCV, HIV
2. respirátor FFP2/3,
3. brýle nebo štít (při odběru biologického materiálu),
4. jednorázová pokrývka hlavy,
5. jednorázový plášť,
6. overal,
7. igelitová zástěra,
8. návleky na nohy

- **Dezinfekce**

Animace a audio komentář – správný postup dezinfekce rukou.

- **Instruktáž – postup při aplikování OOPP**

Avatar uvede:

1. Postup pro oblékání, svlékání a odložení OOPP je na každém pracovišti – ukázka checklistu.
2. Pokud je to možné, asistuje druhá osoba, vybavená ústenkou, ochrannými brýlemi a ochrannými rukavicemi a ochrannou igelitovou zástěrou nebo se oblékají 2 pracovníci současně.

Dále animace, proband je pasivní, může se pohybovat, ale nemůže ovlivnit instruktáž.

- **Práce na „čisté“ části oddělení**

1. Příchod na oddělení s nasazenou ústenkou,
2. Dezinfekce rukou.
3. Nasazení jednorázových rukavic.

- **Práce na „špinavé“ části oddělení**

Zpracovat 2 varianty, tj. pro použití jednorázového pláště a pro použití overalu.

1. Dezinfekce oblečených rukavic.
2. Sejmutí ústenky a odhození do nádoby na infekční odpad – ovládaná nohou.
3. Dezinfekce rukou nebo rukavic.
4. Sepnutí vlasů gumičkou.
5. Nasazení respirátoru tak aby tkanice (gumičky) byly umístěny tak, že horní jsou těsně nad ušima a spodní pod ušima, nesmí se křížit. Jednou rukou se přidržuje respirátor ve správné poloze na obličeji a druhou rukou se přetáhnou přes hlavu tkanice – gumičky. Upravit (vytvarovat kovový pásek v horní část) tak aby těsnil především na části nasazené na nos.
6. Nasazení ochranných brýlí tak aby respirátor byl těsně pod brýlemi.
7. Nasazení jednorázové pokrývky hlavy.
8. Spodní rukavice – pokud nejsou již nasazeny, okraje budou pod jednorázovým pláštěm.
9. Obléknutí jednorázového pláště za pomoci asistenta uvázat za krkem a samostatně v pase, asistent urovná plášť vzadu.
10. Návleky na nohy.
11. Igelitová zástěra přes plášť – za pomocí asistenta upravit délku za krkem uvázat a za zády.
12. Navléknout vrchní rukavice, okraje přetažené přes jednorázový plášť.
13. Nasadit ochranný štít – utáhnout a upravit sklon štítu.
14. Prohlídka správného nasazení za pomocí asistenta.
15. Označení pracovníka jménem – fixem na igelitovou zástěru. Doporučeno.
16. Před vstupem na pokoj s pacientem zaklepat na dveře.
17. Po ošetření pacienta a zavření dveří vždy provést dezinfekci vrchních rukavic. Platí po každém ošetření

- **Instruktáž – postup při odkládání OOPP**

1. Provést dezinfekci navlečených vrchních rukavic – min. 30 sec.
2. Sejmout ochranný štít za zadní plastovou část – objímku hlavy, nedotýkat se průhledné přední části.
3. Odložit ochranný štít do nádoby pro OOPP k opakovanému použití – pro dezinfekcí.
4. Za pomoci asistenta sundat igelitovou zástěru v předklonu, rolovat, netřást nedotýkat se vnější strany zástěry, která může být kontaminovaná.
5. Odhodit zástěru do nádoby pro infekční odpad – použité OOPP, tj. žlutá nádoba označená symbolem biohazard

6. Svléknutí návleků na nohy.
7. Odhodit návleky na nohy do nádoby pro infekční odpad – použité OOPP.
8. Sejmutí vrchních ochranných rukavic.
9. Odhodit vrchní ochranné rukavice do nádoby pro infekční odpad – použité OOPP.
10. Dezinfekce navlečených spodních rukavic – nádoba s pákovým ovládáním loktem min. 30 sec.
11. Sejmutí jednorázové pokrývky hlavy za zadní část.
12. Svléknutí pláště za pomoci asistenta – rozváže vzadu, svlékat zezadu dopředu a rolovat tak, aby se figurant nedotýkal vnější strany pláště.
13. Odhodit jednorázový plášť do nádoby pro infekční odpad – použité OOPP.
14. Dezinfekce navlečených rukavic.
15. Sejmutí ochranných brýlí – odložení do nádoby s dezinfekcí.
16. Dezinfekce rukavic.
17. Odchod z ambulance – „špinavé části oddělení“

- **Střídání personálu – animace**

1. Příchod na pracoviště – ústenka a ochranné rukavice.
2. Dezinfekce navlečených rukavic.
3. Odhodit ochranné rukavice do nádoby pro infekční odpad – použité OOPP.
4. Rozvázat ústenku nedotýkat se obličejové části, držet za úvazky.
5. Odhodit ústenku do nádoby pro infekční odpad – použité OOPP.
6. Dezinfekce holých rukou včetně předloktí. Zásobník na dezinfekci ovládat stlačením loktem.

Praktická část

Použitelné prvky – označené zeleně při zaměření (pohledem nebo ovladačem).

Chyba – zvukové oznámení a blikající červené zabarvení dotčeného prvku. Komentář a text – správné řešení.

Proband je aktivní – jeho úkolem je vybavit figuranta OOPP a odeslat jej na pracoviště s rizikem COVID-19. Vybírá jednotlivé prvky a manipuluje s nimi – například vybere OOPP a předá je figurantovi na správné místo, uchopení jen za určenou část odhodí do nádoby – vybírá mezi infekčním odpadem.

Hodnocení – bodové hodnocení za čas a odečet „trestných bodů“ za provedení nesprávného kroku.